



# Universidades & Sustentabilidade práticas e indicadores

**Editores**  
**Tadeu Fabrício Malheiros,**  
**Tércio Ambrizzi,**  
**Adelir Aparecida Saczk,**  
**Zuy Maria Magriotis**

**2020**

# **Universidades & Sustentabilidade práticas e indicadores**

**Editores**  
**Tadeu Fabrício Malheiros,**  
**Tércio Ambrizzi,**  
**Adelir Aparecida Saczk,**  
**Zuy Maria Magriotis**

**2020**

**REITOR**  
**Vahan Agopyan**

**VICE-REITOR**  
**Antônio Carlos Hernandes**

**PRÓ-REITOR DE GRADUAÇÃO**  
**Edmund Chada Baracat**

**PRÓ-REITOR DE PÓS-GRADUAÇÃO**  
**Carlos Gilberto Carlotti Júnior**

**PRÓ-REITORA DE CULTURA E EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA**  
**Maria Aparecida de Andrade Moreira Machado**

**PRÓ-REITOR DE PESQUISA**  
**Sylvio Roberto Accioly Canuto**

**SUPERINTENDENTE DE GESTÃO AMBIENTAL**  
**Tércio Ambrizzi**

**APOIO TÉCNICO E EDITORIAL**  
**Paloma Chiccolli**

**EDIÇÃO E TEXTO FINAL**  
**Tadeu Fabrício Malheiros**  
**Tércio Ambrizzi**  
**Adelir Aparecida Saczk**  
**Zuy Maria Magriotis**

Universidades & Sustentabilidade [recurso eletrônico] : práticas e indicadores / editores Tadeu Fabrício Malheiros ... [et al.] ; autores Adelir Aparecida Saczk ... [et al.]. – São Paulo : USP Sustentabilidade, 2020. 344 p. : il.

ISBN 978-65-993130-0-4

1. Sustentabilidade - Indicadores. 2. Universidade – Brasil 3. Desenvolvimento sustentável. I. Malheiros, Tadeu Fabrício II. Saczk, Adelir Aparecida.

CDD – 363.7

Elaborado por Sarah Lorenzon Ferreira – CRB-8/6888

### **Comitê Editorial Consultivo**

Alineaura Florentino Silva (EMBRAPA/UFPE), Beatriz Antoniassi Tavares (USC), Bernardo A. Nascimento Teixeira (UFSCAR), Cristhiane Michiko Passos Okawa (UEM), Edivania dos Santos Schropfer (UFAM), Ester Feche Guimarães (SABESP), Fernanda da Rocha Brando Fernandez (USP), Frederico Yuri Hanai (UFSCAR), Gustavo Baptista (UnB), Helena Kashiwagi (UFPR), José Carlos de Melo Vieira Júnior (USP), Kátia Viana Cavalcante (UFAM), Luiz Antonio Daniel (USP), Maria Olimpia de Oliveira Rezende (USP), Michele Dalla Fontana (USP); Paulo Santos de Almeida (USP), Rodrigo Martins Moreira (UNIR), Tadeu Fabrício Malheiros (USP), Tamara Maria Gomes (USP), Tatiana Tucunduva (UNINOVE), Thelmo de Carvalho Teixeira Branco Filho (USP), Tiago Balieiro Cetrulo (UNEMAT), Valeria Sandra de Oliveira Costa (UFPE)

## EDITORES

Tadeu Fabrício Malheiros; Tércio Ambrizzi;  
Adelir Aparecida Saczk; Zuy Maria Magriotis

## AUTORES

*Adelir Aparecida Saczk  
Adriele Crispim  
Alan Gonçalves Fabricio  
Alberto Webler  
Aloysio Souza de Moura  
Ana Carolina Bueno  
Ana Carolina Camargo Francisco  
Ana Cristina Machado Vasconcelos  
André Geraldo Cornélio Ribeiro  
Camila Silva Franco  
Caroline Eloi Oliveira da Silva  
Dyego Maradona Ataíde de Freitas  
Eduarda Leandra de Oliveira Tourino  
Emília Wanda Rutkowski  
Felipe Hashimoto Fengler  
Fernanda da Rocha Brando  
Flávio Pinheiro Martins  
Gabriela Marques Romero  
Gabriela Rezende de Souza  
Gabriela Strozzi  
Gislaine Aparecida Moreira  
Gustavo Faria  
Gustavo Henrique Almeida  
Gustavo Perrucini  
Hélvia Mara Ribeiro Salgado  
Iara Negreiros  
Isadora Nascimento Della-Sávia Braga  
Isael Aparecido Rosa  
Jackson de Sousa  
Jaqueline Pereira  
Larissa Barros  
Joaquim Paulo da Silva  
Júlia Fonseca Colombo Andrade  
Laura Nery  
Leandro Alves de Oliveira  
Lissa Oliveira Pereira  
Lucas Coelho Victória  
Lucas Dias Sanglade  
Luciana Braga Silveira  
Luciana Gomes Pereira Pinto  
Ludmila Josefa Alfredo Kassela  
Marcelo Nivert Schindwein  
Marcelo Vieira da Silva Filho  
Marco Aurélio Leite Fontes  
Maria Gineusa de Medeiros e Souza  
Mariana Zagatti  
Marina Tavares Edmundo  
Mateus Barreto Flausino  
Matheus de Sá Farias  
Matheus Pedroso Rizzo  
Maurício Tolotto  
Maykmiller Carvalho Rodrigues  
Nelson Menolli Junior  
Paulo Santos de Almeida  
Raphael Tobias Vasconcelos de Barros  
Raquel Barbosa Rogoschewski  
Raquel Stucchi Boschi  
Ravi Fernandes Mariano  
Regiane Relva Romano  
Regina Clélia da Costa Mesquita  
Micaroni  
Roberta Sanches  
Roberto Silva Netto  
Rodrigo de Benedictis Delphino  
Rodrigo Martins Moreira  
Ronaldo Fia  
Silvia Costa Ferreira  
Simone Mendes Delphino  
Tadeu Fabrício Malheiros  
Tamara Maria Gomes  
Tércio Ambrizzi  
Thalita dos Santos Dalbelo  
Valéria Cristina Palmeira Zag  
Vinícius do Couto Carvalho  
Washington Roberto Rodrigues da Silva  
Zuy Maria Magriotis*

# SUMÁRIO

|   |            |
|---|------------|
| <b>Capítulo 1</b>   | <b>2</b>   |
| <b>O ranqueamento UI Greenmetric e seus indicadores no contexto do Brasil</b><br><i>Tadeu Fabricio Malheiros, Tércio Ambrizzi</i>   |            |
| <b>Capítulo 2</b>   | <b>18</b>  |
| <b>Educação para a Agenda 2030: o <i>Campus</i> da USP em Ribeirão Preto como laboratório vivo para a sustentabilidade</b><br><i>Fernanda da Rocha Brando, Ana Carolina Bueno, Laura Nery, Alan Gonçalves Fabricio, Matheus Pedroso Rizzo, Flávio Pinheiro Martins</i>  |            |
| <b>Capítulo 3</b>   | <b>51</b>  |
| <b>Unicamp e ODS: uma integração através do planejamento urbano</b><br><i>Thalita dos Santos Dalbello, Gabriela Marques Romero</i>  |            |
| <b>Capítulo 4</b>   | <b>72</b>  |
| <b>Projeto <i>Sustentare</i> – desenvolvimento de práticas sustentáveis no <i>Campus</i> São Paulo do IFSP</b><br><i>Simone Mendes Delphino, Nelson Menolli Junior, Rodrigo de Benedictis Delphino</i>  |            |
| <b>Capítulo 5</b>   | <b>85</b>  |
| <b>Formação para a sustentabilidade no ensino superior: um estudo sobre o Núcleo Engenheiros Sem Fronteiras de Lavras, MG</b><br><i>Lissa Oliveira Pereira, Luciana Braga Silveira, Ludmila Josefa Alfredo Kassela</i>  |            |
| <b>Capítulo 6</b>   | <b>98</b>  |
| <b>Ferramentas de gestão ambiental para o <i>Campus</i> USP “Fernando Costa”</b><br><i>Ana Cristina Machado Vasconcelos, Tamara Maria Gomes</i>   |            |
| <b>Capítulo 7</b>   | <b>115</b> |
| <b>UNICAMP Laboratório Vivo para Sustentabilidade: Estratégia LixoZero</b><br><i>Emília Wanda Rutkowski, Gislaine Aparecida Moreira, Maria Gineusa de Medeiros e Souza, Regina Clélia da Costa Mesquita Micaroni, Washington Roberto Rodrigues da Silva</i>   |            |
| <b>Capítulo 8</b>   | <b>125</b> |
| <b>Monitoramento Inteligente de aspectos ambientais em <i>campus</i> universitário</b><br><i>Ana Carolina Camargo Francisco, Felipe Hashimoto Fengler, Gustavo Faria, Lara Negreiros, Luciana Gomes Pereira Pinto, Maurício Tolotto, Raquel Barbosa Rogoschewski, Regiane Relva Romano, Roberto Silva Netto</i> |            |
| <b>Capítulo 9</b>   | <b>141</b> |
| <b>Requisitos para Certificação Ambiental Corporativa no Senac</b><br><i>Leandro Alves de Oliveira, Mariana Zagatti</i>   |            |
| <b>Capítulo 10</b>  | <b>149</b> |
| <b>Gestão e aproveitamento de águas pluviais na Universidade Federal de Lavras</b><br><i>Caroline Eloi Oliveira da Silva, Dyego Maradona Ataíde de Freitas</i>  |            |
| <b>Capítulo 11</b>  | <b>158</b> |
| <b>Implantação de dispositivos controladores de água na Universidade Federal de Lavras</b><br><i>Eduarda Leandra de Oliveira Tourino, Dyego Maradona Ataíde de Freitas</i>  |            |

|   |            |
|---|------------|
| <b>Capítulo 12</b>  | <b>163</b> |
| <b>Diagnóstico de perdas de água no <i>Campus</i> de Ji-Paraná da Universidade Federal de Rondônia</b>  |            |
| <i>Alberto Webler, Rodrigo Martins Moreira</i>  |            |
| <b>Capítulo 13</b>  | <b>173</b> |
| <b>Acondicionamento dos Resíduos Sólidos Gerados no Centro de Convivência da Universidade Federal de Lavras</b>   |            |
| <i>Mateus Barreto Flausino, Gabriela Rezende de Souza, Camila Silva Franco, André Geraldo Cornélio Ribeiro</i>  |            |
| <b>Capítulo 14</b>  | <b>192</b> |
| <b>Lodo de esgoto como substituto parcial do agregado miúdo em concreto</b>   |            |
| <i>Júlia Fonseca Colombo Andrade, André Geraldo Cornélio Ribeiro, Matheus de Sá Farias, Maykmiller Carvalho Rodrigues</i>   |            |
| <b>Capítulo 15</b>  | <b>204</b> |
| <b>Compostagem – alternativa para resíduos sólidos orgânicos nas Instituições Federais de Ensino Superior- estudo de caso em <i>campi</i> de Belo Horizonte-MG</b>  |            |
| <i>Valéria Cristina Palmeira Zag, Raphael Tobias Vasconcelos de Barros</i>  |            |
| <b>Capítulo 16</b>  | <b>221</b> |
| <b>Gestão de Resíduos Químicos na Universidade Federal de Lavras</b>  |            |
| <i>Zuy Maria Magriotis, Adelir Aparecida Saczk, Hέλvia Mara Ribeiro Salgado, Isael Aparecido Rosa</i>   |            |
| <b>Capítulo 17</b>  | <b>234</b> |
| <b>Potencial do reúso agrícola do lodo de Estação de Tratamento de Esgoto da UFLA</b>   |            |
| <i>Matheus de Sá Farias, Ronaldo Fia</i>  |            |
| <b>Capítulo 18</b>  | <b>241</b> |
| <b>Áreas Verdes em Universidades: Programa UFSJ +verde</b>  |            |
| <i>Gustavo Henrique Almeida</i>   |            |
| <b>Capítulo 19</b>  | <b>247</b> |
| <b>Indicadores da Floresta Urbana da UFSCar e Propostas para Requalificação dos Espaços Livres</b>  |            |
| <i>Jackson de Sousa, Gabriela Strozzi, Lucas Dias Sanglade, Marcelo Nivert Schlindwein, Roberta Sanches, Raquel Stucchi Boschi</i>                                  |            |
| <b>Capítulo 20</b>  | <b>268</b> |
| <b>Avaliação de Sustentabilidade no Crescimento da Infraestrutura no Entorno dos Fragmentos Florestais da UFLA</b>  |            |
| <i>Lucas Coelho Victória, Aloysio Souza de Moura, Vinícius do Couto Carvalho, Ravi Fernandes Mariano, Marcelo Vieira da Silva Filho, Marco Aurélio Leite Fontes</i> |            |
| <b>Capítulo 21</b>  | <b>279</b> |
| <b>Sustentabilidade Energética: Indicadores e Práticas de Eficiência na Universidade Federal de Lavras</b>  |            |
| <i>Isadora Nascimento Della-Sávia Braga, Joaquim Paulo da Silva, Sílvia Costa Ferreira</i>  |            |
| <b>Capítulo 22</b>  | <b>299</b> |
| <b><i>Campus</i> sustentável: Análise sobre parcerias na governança – mobilidade universitária com transporte não-motorizado e o Direito Ambiental</b>              |            |
| <i>Paulo Santos de Almeida, Marina Tavares Edmundo</i>  |            |
| <b>Capítulo 23</b>  | <b>321</b> |
| <b>Estimativa de CO2 equivalente a partir da ferramenta <i>GHG PROTOCOL</i>: aplicação na Universidade Federal de Lavras</b>  |            |
| <i>Gustavo Perrucini, Adriele Crispim, Jaqueline Pereira, Larissa Barros, Marcelo Vieira da Silva Filho</i>   |            |

# OPERTINGAS





# Prefácio

O monitoramento de desempenho da atividade acadêmica deve ser compreendido como componente essencial da gestão universitária. Seu acompanhamento preciso possibilita às instituições de ensino superior aprofundar o conhecimento sobre as atividades-fim desenvolvidas em seus ambientes, identificar oportunidades para aprimoramento da qualidade, planejar políticas institucionais com esse propósito e estabelecer em seus planos estratégicos metas a alcançar e instrumentos de avaliação de progresso. O acompanhamento de indicadores de desempenho permite, ainda, estabelecer comparações com instituições congêneres do país e do exterior e compor sistemas de ranqueamento a partir do reconhecimento de padrões de referência.

Recentemente o framework de avaliação de métricas de desempenho vem sendo utilizado de modo sistemático em universidades de diversos países do mundo, com aplicações nas diferentes políticas institucionais. Nesse contexto, incluem-se as iniciativas voltadas à sustentabilidade e ao monitoramento de progresso no tocante aos objetivos propostos na Agenda 2030 das Nações Unidas.

É, portanto, bastante oportuno descrever e compartilhar experiências acadêmicas no desenvolvimento de políticas educacionais, de incentivo à pesquisa e inovação relacionadas à sustentabilidade e de iniciativas criativas de gestão ambiental nos campi universitários.

Nesta publicação, os editores Professores Tadeu Malheiros e Tércio Ambrizzi da Universidade de São Paulo e Adelir Saczk e Zuy Magriatis da Universidade Federal de Lavras compõem experiências exitosas no âmbito da sustentabilidade, desenvolvidas em cenários diversos do meio acadêmico brasileiro, que incluem não apenas suas universidades de afiliação, como também a Universidade Estadual de Campinas, o Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de São Paulo, o Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, as universidades Federais de São Carlos, de São João del Rei e de Rondônia, e o Senac.

A divulgação desse conteúdo certamente servirá de inspiração para as universidades brasileiras para que ampliem sua atuação na área e reforcem seu compromisso com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, seja na formação das lideranças do futuro, na geração de conhecimento novo nesse campo do saber, ou mesmo, em sua interação com a comunidade universitária e a sociedade.

Especialmente no contexto do ensino superior público, o detalhamento do envolvimento da academia em sustentabilidade e a gestão de indicadores de desempenho nessa área reveste-se de especial valor, ao contribuir para o diálogo com o governo e com a comunidade extrauniversitária na justa avaliação do impacto social das universidades.

*Aluísio Cotrim Segurado*

Professor da Faculdade de Medicina da USP  
Coordenador do Escritório de Gestão de Indicadores de  
Desempenho Acadêmico (EGIDA-USP)

# Apresentação

Este é segundo livro da rede Brasil GreenMetric, contendo os avanços e discussões apresentados no “III National Workshop on UI GreenMetric for Universities in Brazil” ocorrido em 2019, conduzido pela Universidade Federal de Lavras (UFLA) em parceria com a Universidade de São Paulo (USP).

Os eventos extremos de tempo e clima que estamos vivenciando atualmente, através de condições mais secas ou mais úmidas em diversas regiões do planeta, bem como ondas de calor e frio, além do aumento do nível do mar e a perda da biodiversidade, têm evidenciado que a Terra e seu sistema acoplado oceano-atmosfera está reagindo ao aquecimento global que estamos observando. Evidências científicas por meio de inúmeros trabalhos de pesquisa têm sugerido que o Ser Humano e sua evolução industrial tem contribuído para o aumento de gases que têm a capacidade de reter o calor do nosso planeta, não permitindo que escape para o espaço e, assim, modificando um equilíbrio térmico alcançado a milhares de anos atrás. Como fazer para mitigar a ação antropogênica e preservar nosso meio ambiente? Como deve ser a contribuição das universidades como modelo para nossa sociedade e indutor de políticas públicas para minimizar o impacto dos gases de efeito estufa (GEE) e, com isso, diminuir o problema que uma mudança no clima teria sobre todos nós?

Os 23 capítulos que constituem este livro descrevem as experiências e os desafios que várias universidades brasileiras da Rede têm feito para minimizar as ações e os impactos descritos anteriormente. Ao ler os conteúdos dos mesmos, vemos que existem diversas propostas e projetos voltados para a sustentabilidade e mitigação das emissões de GEE. Há projetos voltados para a diminuição do desperdício de alimentos; implantação de LixoZero nos campi; dispositivos implantados para diminuir o gasto de água e monitorar perdas no sistema hidráulico; uso de lodo de estação de tratamento de esgoto para gerar adubo e beneficiar a agricultura ou mesmo para ser misturado ao concreto convencional; uso eficiente de energia e indicadores para seu monitoramento em tempo real (Smart Campus); etc. Há também a descrição de várias outras ações mais administrativas para auxiliar a gestão ambiental da universidade e, com isso, a tomada de decisões para ações de sustentabilidade no campus.

Como podemos ver, há em andamento diversos projetos que têm como objetivo final universidades mais eficientes e com melhor desempenho em sustentabilidade, que na sua maioria irão contribuir na mitigação das emissões de GEE e, com isso, minimizar mudanças climáticas futuras. O intercâmbio e transferência de experiências entre as universidades é importante para que juntas possamos caminhar mais rapidamente rumo às mudanças para o desenvolvimento sustentável. O presente livro é uma pequena compilação das atividades de algumas universidades brasileiras, e estamos certos de que com a adesão de muitas outras, os conhecimentos transmitidos serão muito mais ricos em informações e juntas iremos influenciar nossa sociedade para atitudes mais sustentáveis e com isso acordar os governantes para a emergência climática que já estamos vivenciando.

Prof Tadeu F. Malheiros

Profª Adelir Saczk

Prof Tércio Ambrizzi

Profª Zuy Magriotis

Editores





# Capítulo 1

## **O ranqueamento UI Greenmetric e seus indicadores no contexto do Brasil**

Tadeu F. Malheiros

Tércio Ambrizzi



Tadeu Fabrício Malheiros

Engenheiro civil e ambiental, com doutorado em saúde pública. Tem experiência em avaliação de sustentabilidade, tendo atuado vários anos na implementação de projetos de mobilização e educação para o desenvolvimento sustentável. Tem coordenado projetos de saneamento e sustentabilidade. Atualmente é professor associado na Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, e está como assessor na Superintendência de Gestão Ambiental da USP.



Tércio Ambrizzi

Professor Titular do Departamento de Ciências Atmosféricas no IAG/USP. Tem coordenado projetos na área de Ciências Atmosféricas, com ênfase em Meteorologia Dinâmica, Modelagem Numérica da Atmosfera e Climatologia. É coordenador do INCLINE - Núcleo de Apoio a Pesquisa em Mudanças Climáticas da USP. Membro Titular da Academia Brasileira de Ciências (ABC). É atualmente o responsável pela Superintendência de Gestão Ambiental da USP.

# Ranqueamento Mundial de Universidades - UI GreenMetric

O UI GreenMetric foi criado pela Universitas Indonesia, e tem como objetivo medir os esforços em sustentabilidade de instituições de ensino superior (IES). Em seu primeiro ano, 2010, participaram 95 universidades de 35 países. Conquistou reconhecimento ao longo dos seus 10 anos de funcionamento, e recebeu, em 2019, inscrições de 780 universidades de 85 países. (UIGreenmetric, 2020)

Essencialmente, trata-se de uma plataforma de benchmarking de instituições de ensino superior voltada principalmente ao contexto dos seus sistemas de gestão da infraestrutura do *campus* (água e esgoto, energia, resíduos, áreas verdes, transporte), com interfaces nas atividades de ensino e comunicação.

Autores (CORTES et al., 2018; BERG & PADOWSKI, 2007; CARPINETTI & MELO, 2002) definem benchmarking como uma “ferramenta para melhoria de desempenho através de pesquisa sistemática e adaptação de práticas de ponta”. Neste sentido, o processo de benchmarking implica no aprendizado a partir da observação e conhecimento das práticas que estão dando certo nas outras instituições que participam do ranqueamento. Envolve uma etapa de benchmarking métrico, para identificar as instituições que apresentam os melhores desempenho, e posteriormente vem o benchmarking processual, onde acontece o aprendizado de práticas que podem levar à melhoria do desempenho.

A Plataforma UI Greenmetric (<http://greenmetric.ui.ac.id>) é de acesso gratuito, apresenta os resultados anuais do ranqueamento desde 2010, podendo a busca ser feita por país, região, categorias de estruturação do questionário (infraestrutura; energia e alterações climáticas; resíduos; água; transporte e mobilidade; e ensino e investigação) e tipologia do *campus*. Este sistema de busca é interessante, pois facilita encontrar as práticas que estão funcionando em contextos similares ao que o interessado se encontra. (THIENGO et al., 2018; GARCIA DE FANELLI & PITA CARRANZA, 2018) (ALBORNOZ & OSORIO, 2017)

A Rede UI GreenMetric World University está organizada a partir de um comitê gestor composto por representantes de coordenações regionais, ver organograma ilustrado na Figura 1 (UIGreenmetric, 2018b). Seu planejamento estratégico é apoiado em 3 linhas de ação:

1) Moldando o Ensino Superior Global e a Pesquisa em Sustentabilidade: as universidades da UI GreenMetric World University Rankings Network tem potencial para, juntas, moldar a política para ensino superior e pesquisa nas questões de sustentabilidade que têm impacto significativo para o mundo.

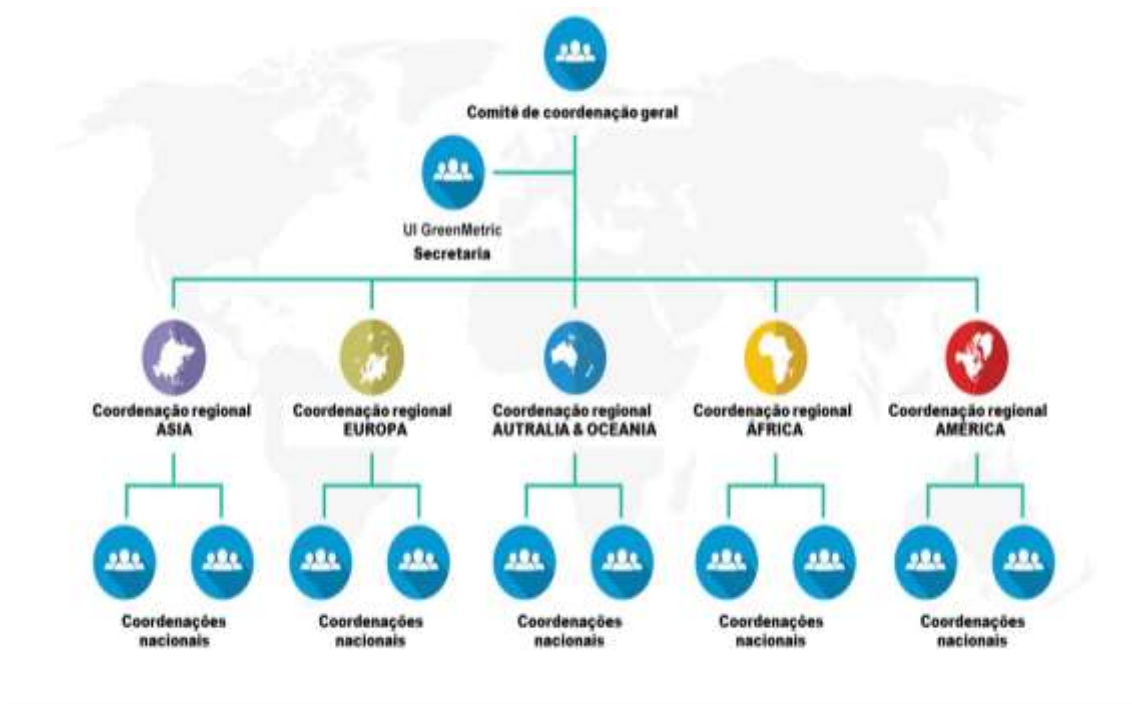
2) Formação de líderes globais de sustentabilidade: as universidades da UI GreenMetric World University Rankings Network irão cooperar para melhorar as capacidades de liderança global de professores, administradores e alunos - bem como de suas instituições.

3) Parceria em soluções para os desafios da sustentabilidade: as universidades da UI GreenMetric World University Rankings Network trabalharão em conjunto com parceiros de governos e empresas, organizações internacionais e líderes comunitários em soluções para desafios de sustentabilidade regionais e globais.

Nestas linhas de ação é interessante observar que há uma visão de fomento à integração, reforçada pelas trocas de experiência na Rede, que acontecem periodicamente

nos eventos globais da Rede (por exemplo, em 2016 na Indonésia, em 2017 na Turquia, em 2018 na Indonésia, em 2019 na Irlanda, e em 2020 estava prevista para ser realizado no Irã), e também nos eventos nacionais, organizados em forma de rodízio, com apoio da Coordenação nacional, que no caso do Brasil, atualmente está na responsabilidade da Universidade de São Paulo (USP).

Figura 1. Organograma da Rede UI Greenmetric



Fonte: UIGreenmetric, 2020

A Tabela 1 apresenta os indicadores previstos na coleta de dados para o ranqueamento 2020, conforme as 6 categorias (Infraestrutura, Energia e mudanças climáticas, Resíduos, Água, Transporte, Educação e pesquisa). Energia e mudanças climáticas é o que tem maior peso, 21%; seguido pelas categorias Resíduos, Transporte e Educação e pesquisa, todos com peso 18%; depois Infraestrutura com 15%, e por fim, Água com 10%. Quase todos os indicadores tem peso variando entre 2% e 3%, somente o indicador de publicação de relatório de sustentabilidade é que tem peso 1%.



Tabela 1. Categorias e indicadores e respectivas pontuações máximas, conforme utilizados no Ranqueamento 2020.

| Categorias e Indicadores  | Pontuação    |
|---|--------------|
| <b>Infraestrutura</b>   | <b>1500</b>  |
| A proporção da área de espaço aberto para a área total  | 300          |
| Área total no <i>campus</i> coberta por vegetação florestal                                       | 200          |
| Área total no <i>campus</i> coberta por vegetação plantada  | 300          |
| Área total do <i>campus</i> para absorção de água além da floresta e vegetação plantada           | 200          |
| A área de espaço aberto total dividida pela população total do <i>campus</i>                      | 300          |
| Porcentagem do orçamento da univ. para esforços de sustentabilidade dentro de um ano              | 200          |
| <b>Energia e Mudanças Climáticas</b>  | <b>2100</b>  |
| Uso de aparelhos com eficiência energética  | 200          |
| Implementação de edifício inteligente   | 300          |
| Número de fontes de energia renováveis no <i>campus</i>   | 300          |
| O uso total de eletricidade dividido pela população total do <i>campus</i> (kWh por pessoa)       | 300          |
| A proporção da produção de energia renovável dividida pelo uso total de energia por ano           | 200          |
| Elementos de edifícios verdes refletidos em todas as políticas de construção e renovação          | 300          |
| Programa de redução de emissões de gases de efeito estufa   | 200          |
| A pegada de carbono total dividida pela população total do <i>campus</i>                          | 300          |
| <b>Resíduos</b>   | <b>1800</b>  |
| Programa de reciclagem para resíduos da universidade  | 300          |
| Programa para reduzir o uso de papel e plástico no <i>campus</i>                                  | 300          |
| Tratamento de resíduos orgânicos  | 300          |
| Tratamento de resíduos inorgânicos  | 300          |
| Tratamento de resíduos tóxicos  | 300          |
| Coleta de esgotos   | 300          |
| <b>Água</b>   | <b>1000</b>  |
| Programa de conservação de água e implementação   | 300          |
| Implementação do programa de reciclagem de água   | 300          |
| Uso eficiente de aparelhos de água  | 200          |
| Água tratada consumida  | 200          |
| <b>Transporte</b>   | <b>1800</b>  |
| O número total de veículos (carros e motocicletas) dividido pela população total do <i>campus</i> | 200          |
| Serviços de transporte  | 300          |
| Política de Veículos com Emissão Zero no <i>campus</i>  | 200          |
| O número total de Veículos com Emissão Zero dividido pela pop. total do <i>campus</i>             | 200          |
| A proporção entre a área de estacionamento no solo e a área total do <i>campus</i>                | 200          |
| Programa de transporte projetado para limitar ou diminuir a área de estacionamento                | 200          |
| Número de iniciativas de transporte para diminuir os veículos particulares no <i>campus</i>       | 200          |
| Caminho de pedestres no <i>campus</i>   | 300          |
| <b>Educação e Pesquisa</b>  | <b>1800</b>  |
| A proporção de cursos em sustentabilidade   | 300          |
| A proporção do financiamento de pesquisa em sustentabilidade                                      | 300          |
| Número de publicações acadêmicas sobre sustentabilidade   | 300          |
| Número de eventos relacionados a sustentabilidade   | 300          |
| Número de organizações estudantis relacionadas a sustentabilidade                                 | 300          |
| Site de sustentabilidade administrado pela universidade   | 200          |
| Relatório de Sustentabilidade   | 100          |
| <b>Total geral</b>  | <b>10000</b> |

Fonte: UIGreenmetric, 2020

## Resultados do ranqueamento no contexto Global

Desde a sua criação, o crescimento de universidades participantes do ranqueamento foi significativo, observando-se que a pontuação mais alta variou nem sempre de forma crescente (Tabela 2). Em parte isto foi resultado de ajustes feitos nos indicadores utilizados na coleta de dados, bem como progressivamente a coleta de dados vem aumentando o número de indicadores com apresentação obrigatória de evidências.

Em 2010, foram aplicados 23 indicadores nas cinco categorias para calcular as pontuações do ranking. Em 2011, foram utilizados 34 indicadores. Então, em 2012, removeu-se o indicador “ambiente livre de fumo e livre de drogas no *campus*” e aplicaram-se 33 indicadores para avaliar a sustentabilidade do *campus*. Em 2012, também foram aplicados indicadores em 6 categorias, incluindo os critérios de ensino. Uma alteração que estava para ser equacionada era a formação de uma nova categoria para ensino e investigação em sustentabilidade. Em 2015, o tema foi a pegada de carbono. Adicionaram-se duas questões relacionadas a este tema na seção de energia e alterações climáticas. Foi igualmente aprofundada a metodologia adicionando alguns sub-indicadores relacionados com a água e transporte. Uma grande mudança na metodologia foi efetuada em 2017, considerando as novas tendências em questões de sustentabilidade. (UI Greenmetric, 2018a)

Periodicamente um tema chave recebe prioridade na coleta de dados do ranqueamento, procurando desta forma manter o conjunto de indicadores alinhado às novas demandas, sendo que em 2020 o tema chave é a Responsabilidade das Universidades pelos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e pelos Desafios Complexos do Mundo. O que há de novo no questionário UI GreenMetric de 2020 é a abordagem do impacto que a universidade pode ter no planejamento de um *campus* verde aberto à comunidade.

As 30 primeiras colocadas no ranqueamento 2019 são, em sua maioria de países europeus mas há também universidades da Ásia e América, onde várias delas têm participado do processo desde a sua criação, e algumas estiveram sempre nas primeiras colocações, observando-se um certo revezamento entre elas (Figuras 2 e 3).

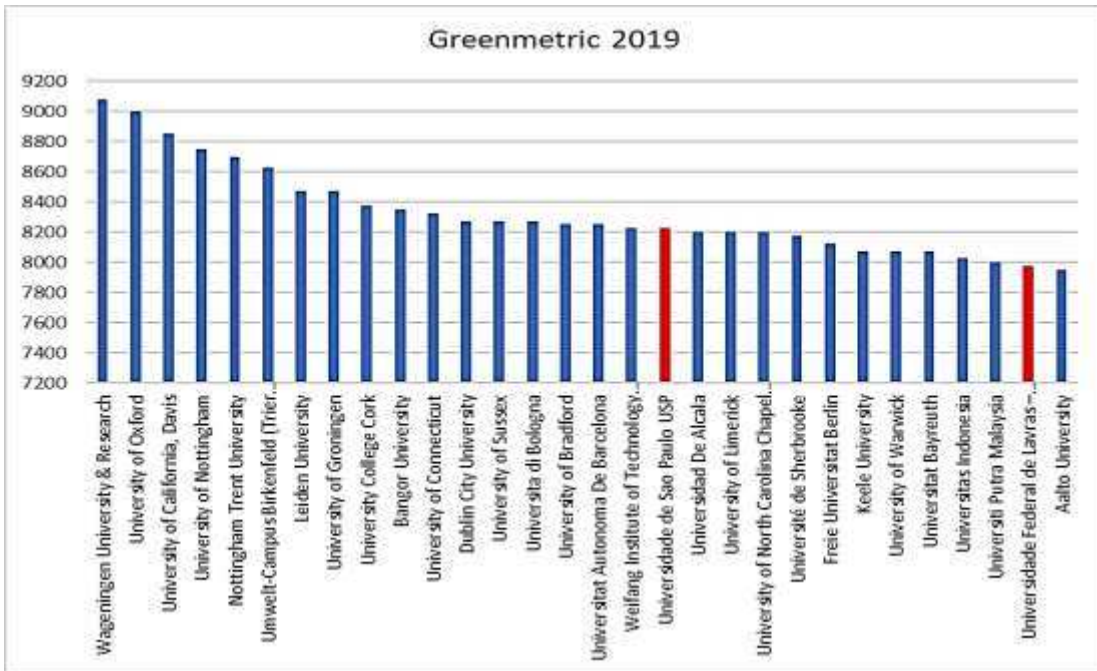
Tabela 2. Número de universidades participantes, pontuações máximas e mínimas, e respectivas universidades, conforme os anos do ranqueamento UI Greenmetric, contexto global.

| Ano do Ranqueamento | Número de universidades participantes | pontuação mais alta | Universidade melhor colocada | local         | Pontuação mais baixa | Universidade na última posição   | local     |
|---------------------|---------------------------------------|---------------------|------------------------------|---------------|----------------------|----------------------------------|-----------|
| 2010                | 95                                    | 8213                | Univ.of California Berkeley  | EUA           | 2153                 | Universitas Pelita Harapan       | Indonésia |
| 2011                | 178                                   | 8034                | Univ. of Nottingham          | Reino Unido   | 2185                 | Universitas Pelita Harapan       | Indonésia |
| 2012                | 215                                   | 7569                | Univ. of Connecticut         | EUA           | 1857                 | Universitas Pelita Harapan       | Indonésia |
| 2013                | 301                                   | 7521                | Univ. of Nottingham          | Reino Unido   | 1807                 | Universitas Pelita Harapan       | Indonésia |
| 2014                | 361                                   | 7803                | Univ. of Nottingham          | Reino Unido   | 1957                 | Universitas Pelita Harapan       | Indonésia |
| 2015                | 407                                   | 7267                | Univ. of Nottingham          | Reino Unido   | 1449                 | INAH                             | México    |
| 2016                | 516                                   | 8398                | Univ. of California Davis    | EUA           | 805                  | Universidad Central de Nicaragua | Nicaragua |
| 2017                | 619                                   | 7552                | Wageningen Univ. & Research  | Países Baixos | 443                  | Universitas Muria Kudus          | Indonésia |
| 2018                | 719                                   | 9125                | Wageningen Univ. & Research  | Países Baixos | 1025                 | UAST                             | Irã       |
| 2019                | 780                                   | 9075                | Wageningen Univ. & Research  | Países Baixos | 550                  | UOITC                            | Iraque    |

(Estados Unidos da América – EUA; Instituto Nacional de Antropología e Historia - INAH; University of Applied Science and Technology – UAST; University of Information Technology and Communications – UOITC)

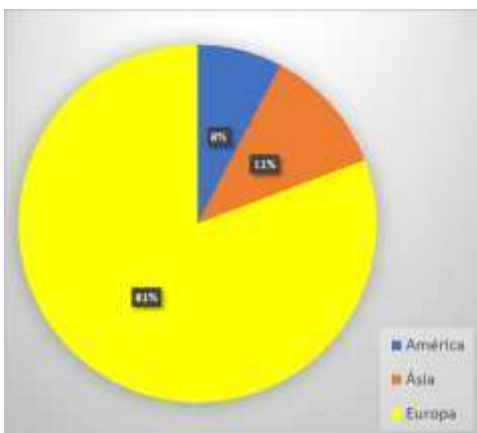
Fonte: UI Greenmetric, 2020

Figura 2. Pontuações das 30 primeiras colocadas no ranqueamento Greenmetric 2019.



Fonte: UIGreenmetric, 2020b

Figura 3. Localização das 30 primeiras colocadas no ranqueamento de 2019, conforme continentes



Fonte: UIGreenmetric, 2020b

## Indicadores no contexto Brasil

Em 2019, o UI GreenMetric World University Ranking recebeu inscrição de 28 universidades participantes do Brasil, e a pontuação total variou de 2.350 a 8.225. Destas, 68% era instituições públicas (federais, estaduais e municipais), que estão localizadas em 9 estados, sendo 3 na região sul, 3 no sudeste, 1 centro-oeste, 2 do nordeste, faltando apenas a região norte (UIGreenmetric, 2019). As universidades federais já vem há algum tempo desenvolvendo ações ambientalmente corretas, tendo em vista que existe uma base de legislação federal que orienta, entre outras ações, o desenvolvimento de planos de logística sustentável (Brasil, 2012a, 2012b, 2017).

Neste contexto, a plataforma do Greenmetric tem proporcionado espaço de intercâmbio e incentivos para várias dessas instituições. Destaca-se que as pontuações das universidades brasileiras na posição de melhor colocada no ranqueamento nacional é crescente ao longo dos 10 anos do UI Greenmetric, apesar das alterações realizadas, conforme já explicado anteriormente. (Figura 4)

Tabela 3. Número de universidades participantes, pontuações máximas e mínimas, e respectivas universidades, conforme os anos do ranqueamento UI Greenmetric, contexto Brasil.

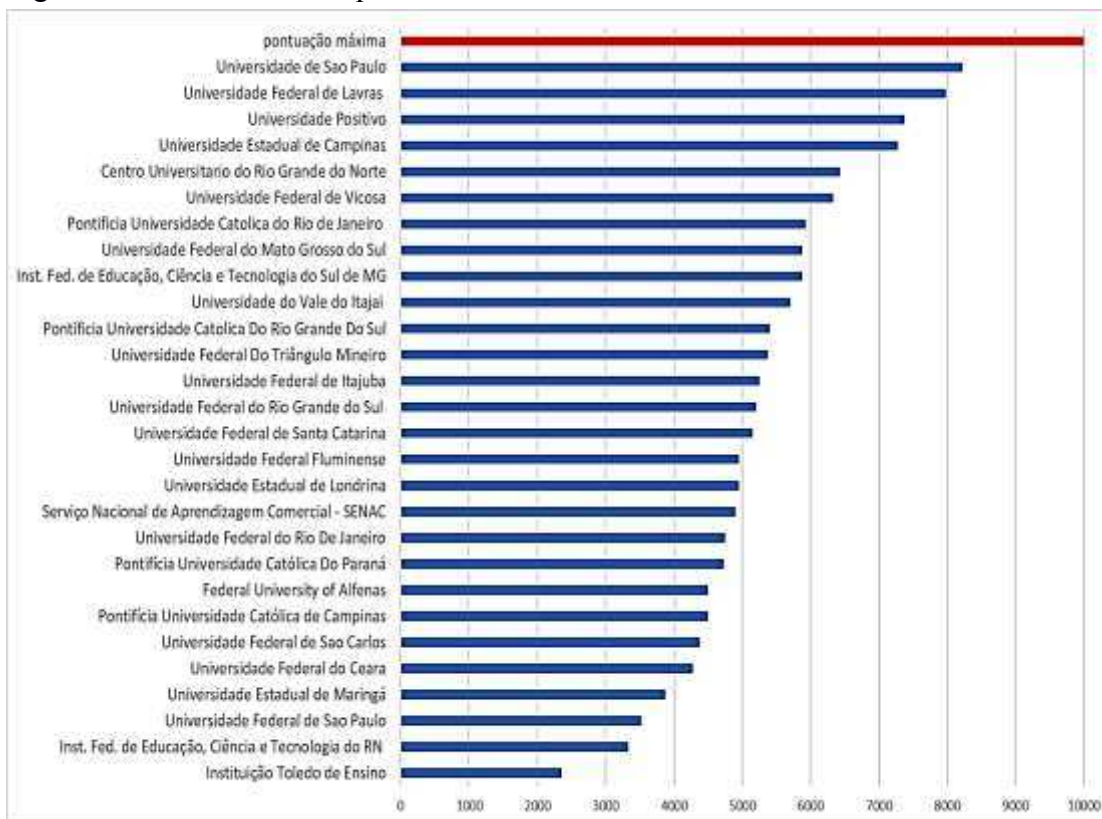
| ano  | número de universidades participantes | Pontuação mais alta | Universidade e melhor colocada | Posição no ranqueamento global | Pontuação mais baixa | Universidade na última posição | Posição no ranqueamento global |
|------|---------------------------------------|---------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 2010 | 3                                     | 6133                | USP                            | 27                             | 5028                 | UNIFESP                        | 63                             |
| 2011 | 4                                     | 5834                | PUC - RIO                      | 66                             | 4041                 | UFPE                           | 150                            |
| 2012 | 6                                     | 5517                | UFLA                           | 70                             | 3582                 | UFPE                           | 190                            |
| 2013 | 6                                     | 6205                | UFLA                           | 42                             | 3582                 | UFPE                           | 262                            |
| 2014 | 8                                     | 6771                | UFLA                           | 26                             | 3582                 | UFPE                           | 324                            |
| 2015 | 8                                     | 6047                | UFLA                           | 39                             | 2308                 | UFPE                           | 391                            |
| 2016 | 14                                    | 6422                | UFLA                           | 38                             | 2191                 | UFPE                           | 492                            |
| 2017 | 17                                    | 6418                | USP                            | 28                             | 2433                 | UFPE                           | 598                            |
| 2018 | 23                                    | 7750                | USP                            | 23                             | 2275                 | UFPE                           | 684                            |
| 2019 | 28                                    | 8225                | USP                            | 18                             | 2350                 | ITE                            | 731                            |

Fonte: UI Greenmetric, 2020a

(Universidade de São Paulo – USP; Universidade Federal de Lavras – UFLA; Pontifícia Universidade Católica do Rio – PUC Rio de Janeiro; Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP; Universidade Federal de Pernambuco – UFPE; Instituição Toledo De Ensino – ITE)

Interessante observar que, por exemplo, embora a USP e a UFLA apresentaram pontuação muito próxima no ranqueamento de 2019, a comparação para fins de benchmarking deve ser realizada com os devidos cuidados, especialmente considerando que estas instituições têm tipologia bastante diferenciadas, como o número de campi, número de alunos, perfil de cursos, etc.

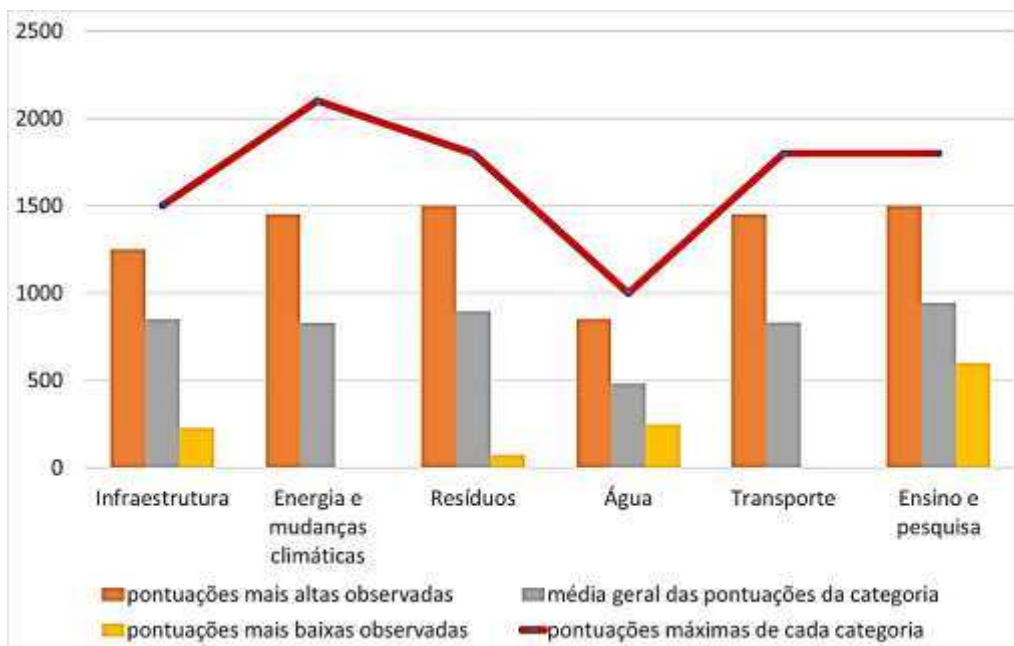
Figura 4. Resultado do ranqueamento UI Greenmetric 2019 – Brasil



Fonte: UIGreenmetric, 2020b

No contexto Brasil, quando se observa as pontuações conforme as categorias, há grande variação entre os valores mais altos e mais baixos apresentados pelas instituições (Figura 5). Em relação à pontuação máxima de cada categoria, a Infraestrutura é a que apresenta melhor desempenho quando observada a média geral (em destaque laranja na Tabela 4), e a Energia e Mudanças Climáticas é a que apresentou menor desempenho (em destaque vermelho na Tabela 4). Em relação à pontuação máxima de cada categoria, a Água é a que apresenta melhor desempenho quando observado o valor mais alto do ranqueamento (em destaque laranja na Tabela 4), e a Energia e Mudanças Climáticas é a que apresentou menor desempenho (em destaque vermelho na Tabela 4). Neste sentido, é a categoria que precisa de maior atenção pelas IES brasileiras.

Figura 5. Pontuações conforme categorias do ranqueamento Greenmetric, universidades brasileiras, 2019



Fonte: UIGreenmetric, 2020b

Tabela 4. Pontuações conforme categorias, Greenmetric, universidades brasileiras, 2019, com destaque para os desempenhos.

|  | Infraestrutura | Energia e mudanças climáticas | Resíduos | Água | Transporte | Ensino e pesquisa | Total |
|--|----------------|-------------------------------|----------|------|------------|-------------------|-------|
| pontuações máximas de cada categoria                       | 1500           | 2100                          | 1800     | 1000 | 1800       | 1800              | 10000 |
| média geral das pontuações da categoria                    | 847            | 828                           | 893      | 484  | 833        | 945               | 6450  |
| porcentagem da média geral em relação ao máximo            | 56             | 39                            | 50       | 48   | 46         | 52                | 65    |
| mediana  | 925            | 850                           | 900      | 450  | 825        | 975               | 5175  |
| pontuações mais altas observadas                           | 1250           | 1450                          | 1500     | 850  | 1450       | 1500              | 8225  |
| Porcentagem das pontuações mais altas em relação ao máximo | 83             | 69                            | 83       | 85   | 81         | 83                | 82    |

Fonte: UIGreenmetric, 2020b

|                   |
|-------------------|
| Pior desempenho   |
| Melhor desempenho |

## Considerações finais

Talvez uma das questões mais importantes com relação ao ranqueamento UI-Greenmetric é compreender que não se trata de classificar as universidades entre sustentáveis, não sustentáveis, ou mais sustentáveis. De maneira equívoca, pode-se observar várias mídias que divulgaram que tal universidade era a mais sustentável, a partir dos resultados do ranqueamento. Na realidade, a partir de um conjunto pré-selecionado de indicadores, é feita a classificação a partir da pontuação. Depreende-se deste processo que a classificação dá um indicativo do desempenho das instituições, nas lentes das categorias e indicadores utilizados. Para fins de benchmarking em contexto de universidades envolvidas em ações voltadas ao desenvolvimento sustentável, esta sistemática é válida, pois permite criar espaços de interação, mapeamento de boas práticas e incentivo a iniciativas de sucesso, contabilização e transparência, e facilita, assim, processo contínuo de aprendizagem e auto-regulação por parte das instituições participantes.

Desta forma, o que se mede, portanto, é o desempenho da instituição, e não está incluída nesta sistemática de indicadores todas as questões chave da sustentabilidade, como por exemplo, capacidade de suporte ou da bacia hidrográfica onde está inserida; ou mesmo, esforços em ampliar equidade. Também não se observa flexibilidade quanto aos arranjos locais para gerenciamento do saneamento básico, os indicadores previstos no ranqueamento priorizam projetos *intracampus*, o que não necessariamente é a melhor alternativa em todos os contextos. O uso do termo “verde” (green) no ranqueamento parece reforçar seu peso maior na questão ambiental, no que se relaciona às suas características físicas, químicas e biológicas, que embora contribua enquanto ferramenta de avaliação de sustentabilidade, a apropriação de seus resultados, e obviamente a própria comunicação dos resultados, deve ser feita observando as limitações apresentadas.

Outras ferramentas de apoio à gestão de instituições de ensino visando maior alinhamento com o desenvolvimento sustentável também apresentam limitações e desafios (UNEP, 2014; AASHE, 2019; GRI, 2019; MMA, 2020), onde as categorias e indicadores podem mudar, ou seja, é preciso que o usuário tenha cuidado no entendimento das limitações da ferramenta UI-Greenmetric, especialmente porque ela foi desenvolvida para o ambiente de universidades, e serve de referência e interface nas atividades destas instituições – ensino, pesquisa e extensão. Quando estas ferramentas são utilizadas de forma alinhada aos seus objetivos e concepções, seu potencial de contribuir com transformação alinhada aos princípios do desenvolvimento sustentável é significativo (Albornoz & Osorio, 2017; Thiengo et al., 2018)

A Rede Greenmetric provê uma oportunidade para que universidades brasileiras possam se integrar com outras instituições nacionais e internacionais, ou seja, no sentido de obterem uma base de referência de como estão se saindo com seus projetos de *campus* sustentáveis.

Outro aspecto importante da Rede Greenmetric é que a participação dessas universidades no ranking possibilita instalar um processo de institucionalização do setor de sustentabilidade na maioria dessas universidades. Isso porque muitas dessas instituições ainda não tinham uma política de sustentabilidade estabelecida.

Destaca-se também do UI GreenMetric World University Rankings Network sua organização em redes nacionais Greenmetric, com seminários anuais, que têm representado importantes fóruns de troca de experiências nos contextos de cada país. No caso do Brasil, os seminários de 2017 e 2018 foram realizado na Universidade de São



Paulo – USP e resultaram no primeiro livro da Rede com mais de 300 páginas onde foram apresentados estudos de caso de diversas instituições envolvidas na Rede, detalhando aspectos positivos e práticas exitosas, associado aos eixos de classificação Greenmetric. O segundo livro da rede Brasil Greenmetric, do qual este capítulo é parte integrante, foi organizado a partir do seminário 2019, conduzido pela Universidade Federal de Lavras – UFLA em parceria com a Universidade de São Paulo. O quarto seminário nacional, realizado em formato não presencial, ocorreu em outubro de 2020, a partir da liderança da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, em parceria com a USP e UFLA. Os livros são, assim, um importante instrumento para estimular o registro de projetos em andamento nessas instituições, destacando várias lideranças locais e registrando boas práticas que em muitos casos ficariam restritos apenas a essas universidades.

Figura 6. Banner de divulgação do I e II Seminários Nacionais UIGreenmetric 2017 e 2018 (USP)



Figura 7. Capa dos Anais do Seminário Nacional UIGreenmetric 2019 (UFLA)

Figura 8. Folder de divulgação do Seminário Nacional UIGreenmetric 2020 (UNICAMP).



Os programas atuais elaborados pela Greenmetric Network - Shaping Global Higher Education and Research in Sustainability; Criação de líderes globais de sustentabilidade; Moldando o Ensino Superior Global e a Pesquisa em Sustentabilidade - são estimuladores, pois possuem interfaces com os pilares das universidades - Ensino, Pesquisa e Serviços à Comunidade. No contexto do Brasil, contribui com as metas do Plano Nacional de Pós-Graduação do Brasil, pois, conforme mais universidades brasileiras vão se engajando na Rede Greenmetric, haverá o fortalecimento dos programas de pós-graduação na integração nacional e internacionalização.

Atualmente, com quase 5.000 programas de pós-graduação (mestrado e doutorado), sendo quase 80% deles em universidades públicas, as principais fontes de recursos são as bolsas de estudo de responsabilidade da CAPES e CNPq na esfera federal, e as fundações financiadoras no níveis estaduais e locais. Também há apoio para participação em eventos nacionais e internacionais, bem como recursos para programas de intercâmbio no exterior. Por exemplo, existe o programa CAPES PRINT, que foi pensado para desenvolver e implementar a internacionalização de áreas do conhecimento, onde se prevê a mobilidade de docentes e discentes, sendo que este programa incentiva também a formação de redes de investigação. Com a iniciativa, a Capes pretende ampliar as ações de apoio à internacionalização nos programas de pós-graduação e a consequente melhoria na qualidade da produção acadêmica desse segmento de ensino. Nesse exemplo, desde 2019, a Capes planeja investir R \$ 300 milhões por ano no programa. Para a graduação também existem recursos de apoio ao intercâmbio de alunos. Só a Universidade de São Paulo - USP, por exemplo, apoiou mais de 1000 bolsas de intercâmbio internacional de graduação (sanduíche) em 2019. Existem também programas voltados a funcionários universitários para treinamento em diversas áreas de atuação dentro das universidades. Assim, somando-se a essas ações de intercâmbio, que já contam com recursos (bolsas de mobilidade de alunos e para docentes e funcionários), e a promoção de projetos de pesquisa, há também um interesse crescente no desenvolvimento de cursos de capacitação para diversos temas de interface na área de sustentabilidade.

É neste sentido que a Rede Greenmetric tem o seu potencial, pois reúne centenas de universidades, onde o tema da sustentabilidade, mais especificamente os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, pode servir para construir uma base comum de projetos e intercâmbios. Assim, um ponto importante na interface com a Rede Greenmetric seria mapear e estruturar uma maior integração da Rede junto a esses esforços de internacionalização que já estão em andamento e têm recursos e grupos de pesquisa e ensino interessados.

## Referências

ALBORNOZ, M.; OSORIO, L. “Uso público de la información: el caso de los rankings de universidades”, *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad-CTS*, vol. 12, no 34, pp. 11-49, 2017. Disponible en <<https://www.redalyc.org/pdf/924/92452927001.pdf>>. Accedido en 27 sept. 2020.

BERG, S.; PADOWSKI, J. C. Overview of water utility benchmarking methodologies: from indicators to incentives [Working Paper]. Florida: University of Florida, 2007. Available from <[https://bear.warrington.ufl.edu/centers/purc/docs//papers/0712\\_Berg\\_Overview\\_of\\_Water.pdf](https://bear.warrington.ufl.edu/centers/purc/docs//papers/0712_Berg_Overview_of_Water.pdf)>. Access on 01 Sept. 2020.

Brasil, Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação. Instrução Normativa N° 10/2012. (2012<sup>a</sup>). [Estabelece regras para elaboração dos Planos de Gestão de Logística Sustentável de que trata o art. 16, do Decreto n° 7.746, de 5 de junho de 2012, e dá outras providências]

Brasil, Presidência da República. Decreto n° 7.746, de 5/06/ 2012. (2012b) [Regulamenta o art. 3° da Lei n° 8.666, de 21 de junho de 1993, para estabelecer critérios e práticas para a promoção do desenvolvimento nacional sustentável nas contratações realizadas pela administração pública federal direta, autárquica e fundacional e pelas empresas estatais dependentes, e institui a Comissão Interministerial de Sustentabilidade na Administração Pública - CISAP. (Redação dada pelo Decreto n° 9.178, de 2017)]

Brasil, Presidência da República. Decreto n° 9.178, de 23/10/2017. (2017). [Altera o Decreto n° 7.746, de 5 de junho de 2012, que regulamenta o art. 3° da Lei n° 8.666, de 21 de junho de 1993, para estabelecer critérios, práticas e diretrizes para a promoção do desenvolvimento nacional sustentável nas contratações realizadas pela administração pública federal direta, autárquica e fundacional e pelas empresas estatais dependentes, e institui a Comissão Interministerial de Sustentabilidade na Administração Pública - CISAP.]

CARPINETTI, L.C.R.; MELO, A.M. What to benchmark?: a systematic approach and cases. *Benchmarking : an International Journal*, Bingley, v. 9, n. 3, p. 244-255, 2002. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1108/14635770210429009> > DOI: 10.1108/14635770210429009

CORTES, A. D. M.; CETRULO, Tiago Balieiro; MOREIRA, R. M.; YOSHII, M. P.; MALHEIROS, T.F. Benchmarking aplicado a serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário. In: PHILIPPI JR., A. (Org.). *Saneamento, Saúde e Ambiente. Fundamentos para um desenvolvimento sustentável*. 2ed.Barueri: Manole, 2018, v. 1, p. 246-275.

GARCIA DE FANELLI, A.; PITA CARRANZA, M. Los rankings y sus usos en la gobernanza universitaria. *Rev. iberoam. cienc. tecnol. soc.*, Ciudad Autónoma de Buenos Aires , v. 13, n. 37, p. 95-112, feb. 2018 . Disponible en <[http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1850-00132018000100007&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-00132018000100007&lng=es&nrm=iso)>. Accedido en 01 sept. 2020.

Global Reporting Initiative. G4 – Diretrizes para relato de sustentabilidade. Manual de implementação. Amsterdã: GRI; 2013. Disponível em <<https://www.globalreporting.org/standards>> Acesso em 01 Set. 2020.

Ministério do meio Ambiente. Plataforma A3P – Agenda Ambiental na Administração Pública. Disponível em <<http://a3p.mma.gov.br/>> . Acesso em 01 set. 2020

The Association for the Advancement of Sustainability in Higher Education. The Sustainability Tracking, Assessment & Rating System – STARS. Technical manual. Version 2.2. Philadelphia: AASHE, 2019. Available from < <https://stars.aashe.org/wp-content/uploads/2019/07/STARS-2.2-Technical-Manual.pdf>>. Access on Sept. 01, 2020.

THIENGO, L.C.; BIANCHETTI, L.; MARI, C.L. RANKINGS ACADÊMICOS E UNIVERSIDADES DE CLASSE MUNDIAL: RELAÇÕES, DESDOBRAMENTOS E TENDÊNCIAS. Educ. Soc., Campinas, v.39, n. 145, p. 1041-1058, Dec. 2018. Available from <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-73302018000401041&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-73302018000401041&lng=en&nrm=iso)>. Access on Sept. 01, 2020. <https://doi.org/10.1590/es0101-73302018193956>.

UIGreenmetric. Greenmetric World University Rankings. Available from < <http://greenmetric.ui.ac.id/>>. Access on Sept. 01, 2020.

UIGreenmetric. Guiaão UI GreenMetric World University Rankings 2018. Universidades, Impactos e Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Depok (Indonésia): UI-Greenmetric; 2018a. [Traduzido por Prof. Paulo Cruz Pró-Reitor para a Qualidade de Vida nos Campi e Infraestruturas Universidade do Minho, Guimarães, Portugal]

UIGreenmetric. Guideline. UI Greenmetric World University Rankings 2020. Universities' responsibility for Sustainable Development Goals and world's complex challenges. Depok (Indonesia): UI-Greenmetric; 2020a. Available from < <http://greenmetric.ui.ac.id/guidelines-page/>>. Access on Sept. 01, 2020.

UIGreenmetric. UI GreenMetric World University Rankings Network (UIGWURN) Strategic Framework 2017-2025. Depok (Indonesia): UI-Greenmetric; 2018b [Draft as of June 1st 2016, revised May 9th 2019, Strategic Framework 2017-2025]

United Nations Environment Programme. Greening universities toolkit v2.0 transforming universities into green and sustainable campuses : a toolkit for implementers. 2014. Available from < <https://www.unenvironment.org/resources/toolkits-manuals-and-guides/greening-universities-toolkit-v20> >. Access on Sept. 01, 2020.

USHER, A. y SAVINO, M. “Estudio global de los rankings universitarios”, Calidad en la Educación, n° 25, pp. 33-53, 2006. Disponible en < <https://www.calidadenlaeducacion.cl/index.php/rce/article/view/252> >. Accedido en 01 sept. 2020.



## Capítulo 2

# Educação para a Agenda 2030: o *Campus* da USP em Ribeirão Preto como laboratório vivo para a sustentabilidade

Fernanda da Rocha Brando

Ana Carolina Bueno

Laura Nery

Alan Gonçalves Fabrício

Matheus Pedroso Rizzo

Flávio Pinheiro Martins



Fernanda da Rocha Brando

Graduada em Ciências Biológicas (USC, 2000); especialista em Gestão Ambiental (UFSCar, 2001), Mestre e Doutora em Educação para a Ciência (UNESP, 2005; 2010). Livre-docente pela USP (2018), é professora associada junto ao Departamento de Biologia (FFCLRP-USP). Desde 2015 atua junto à Superintendência de Gestão Ambiental da USP como Assessora Técnica e realiza atividades de ensino, pesquisa e extensão voltadas à temática da sustentabilidade.



Ana Carolina Bueno

Graduada em Ciências Biológicas (Bacharelado e Licenciatura) (FFCLRP-USP). Realizou pesquisa de iniciação científica no Laboratório de Ecologia e Evolução de Abelhas e Vespas (LEEAV- FFCLRP) entre 2016 e 2017. Atualmente é Diretora Efetiva do setor de Qualidade na empresa Júnior Biocenos Jr., além de realizar estágio junto a Superintendência de Gestão Ambiental da USP em Ribeirão Preto desde 2019 com enfoque na redação do Plano Diretor do *Campus*.



Laura Nery

Graduada em Ciências Biológicas (Bacharelado) com ênfase na área ambiental (FFCLRP-USP) Foi membro do grupo de pesquisa do Laboratório de Ecologia e Análise de Paisagem (LEAP - FFCLRP) entre 2015 e 2019, onde desenvolveu pesquisas com diversidade e movimentação de abelhas na paisagem. Realizou estágio na Superintendência de Gestão Ambiental da USP em Ribeirão Preto com enfoque na divulgação e promoção de atividades sobre sustentabilidade e ODS. Atualmente trabalha na ONG de proteção às abelhas "Bee or not to be".



Alan Gonçalves Fabricio

Graduando em Ciências Biológicas (FFCLRP-USP); bolsista PUB com projeto em desenvolvimento na Superintendência de Gestão Ambiental da USP em Ribeirão Preto; Diretor de Marketing (2018-2019) e membro fundador da Empresa Júnior Biocenos Jr. - Soluções Ambientais.



Matheus Pedroso Rizzo

Graduando em Matemática Aplicada a Negócios (FFCLRP-USP); bolsista PUB com projeto em desenvolvimento na a Superintendência de Gestão Ambiental da USP em Ribeirão Preto e assessor de eventos do CEMAN 2020 (Centro Estudantil de Matemática Aplicada a Negócios).



Flávio Pinheiro Martins

Graduado em Administração de Empresas e mestrando pelo Programa de Pós-graduação em Administração de Organizações na linha: Inovação e Sustentabilidade (FEARPP-USP). É membro da Comissão do Principles For Responsible Management Education (PRME da FEARP-USP) e dos Grupos de Trabalhos “Sustentabilidade na Administração”, “Uso e Ocupação do Solo” e “Educação Ambiental” da Comissão Técnica de Gestão Ambiental do *Campus* USP Ribeirão Preto. Desenvolve pesquisas voltadas às políticas públicas para o desenvolvimento sustentável e formação de lideranças responsáveis, em especial sob a lente dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

## Introdução

No intuito de diminuir o acelerado ritmo de destruição dos recursos naturais ainda existentes; na busca por alternativas que conciliem, na prática, a conservação da natureza, por meio de uso racional e sustentável, com a qualidade de vida das populações que dela dependem; e, a fim de desenvolver um novo olhar voltado ao saber ambiental, a passagem do século XX para o século XXI foi marcada por uma série de cúpulas multilaterais sobre o desenvolvimento humano que culminaram na proposição dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM) (Figura 1). Estes objetivos foram adotados pelos Estados Membros da Organização das Nações Unidas (ONU) a partir dos anos 2000, impulsionando os países a enfrentarem os principais desafios sociais no início do século XXI, e contribuíram para orientar a ação dos governos nos níveis internacional, nacional e local por pelo menos os 15 primeiros anos, de 2000 e 2015.

Figura 1. Os 8 Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (1- Acabar com a fome e a miséria; 2 - Educação básica de qualidade para todos; 3 - Igualdade entre sexos e valorização da mulher; 4 - Reduzir a mortalidade infantil; 5 - Melhorar a saúde das gestantes; 6 - Combater a AIDS, a malária e outras doenças; 7 - Qualidade de vida e respeito ao meio ambiente; 8 - Todo mundo trabalhando pelo desenvolvimento).



Fonte: [odmbrasil.gov.br](http://odmbrasil.gov.br)

Seguindo a Agenda 21 Global acordada na Conferência das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável, a “Rio 92” ou “ECO 92”, os ODM foram um dos primeiros arcabouços globais de políticas para o desenvolvimento sustentável, reconhecendo a urgência em combater a pobreza e demais privações generalizadas, tornando o tema uma prioridade da agenda internacional de desenvolvimento (CDS-ONU, 1992).

Em 2010, a Cúpula das Nações Unidas passou a pensar na elaboração de recomendações para os anos seguintes, uma agenda global para o desenvolvimento sustentável. No ano de 2012, durante a conferência intitulada “Rio+20”, um amplo processo de avaliação sobre progressos e lacunas na implementação dos resultados das cúpulas anteriores foi iniciado, abordando novos desafios e a produção do documento denominado “O futuro que nós queremos”. Houve o lançamento de um processo intergovernamental abrangente, aberto e transparente para a promoção da



sustentabilidade, em que orientações para as ações da comunidade internacional e consulta global para a construção de um conjunto de Objetivos universais de Desenvolvimento Sustentável fossem propostos para além de 2015. O resultado de um processo articulado – entre atividades da ONU, às conduzidas pelos Estados Membros e àquelas pertencentes à sociedade civil, fundações, setor privado e de pesquisas, em amplas consultas mediadas por discussões, produção de conteúdos e processos intergovernamentais – foi um acordo que culminou na proposição da Agenda 2030 que abarca 17 objetivos (Figura 2).

Figura 2. Os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável.(1 - Erradicação da Pobreza;2 - Fome Zero e Agricultura Sustentável; 3 - Saúde e Bem-Estar; 4 - Educação de Qualidade; 5 - Igualdade de Gênero; 6 - Água Potável e Saneamento; 7 - Energia Limpa e Acessível; 8 - Trabalho Decente e Crescimento Econômico; 9 - Indústria, Inovação e Infraestrutura; 10 - Redução das Desigualdades; 11 - Cidades e Comunidades Sustentáveis; 12 - Consumo e Produção Responsáveis; 13 - Ação Contra a Mudança Global do Clima; 14 - Vida na Água; 15 - Vida Terrestre; 16 - Paz, Justiça e Instituições Eficazes; e 17 - Parcerias e Meios de Implementação.)



Fonte: [nacoesunidas.org](http://nacoesunidas.org)

Os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) foram construídos sob o legado dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio e buscam equilibrar, de forma integrada e indivisível, as três dimensões do desenvolvimento sustentável: a ambiental, a social e a econômica (AGENDA 2030, 2018).

No contexto de uma agenda de sustentabilidade na Universidade de São Paulo (USP) verifica-se o comprometimento, considerando sua função primária de construção de conhecimento, com o dever em “fortalecer seu papel de intermediária entre governo local e sociedade, promovendo fóruns de discussão e, principalmente, como importante agente frente a essas mudanças” (Lemos et al, 2018, p. 9). Para tanto há necessidade de elaborar “um plano que oriente a organização de seu trabalho para atingir a sustentabilidade e, ainda, que reforce suas parcerias e sua compreensão sobre o que é necessário para manter seus projetos e continuamente melhorá-los para estabelecer diagnósticos, ações e, ainda, objetivos a curto, médio e longo prazos” (Lemos et al, 2018, p. 9).

Tendo em vista “a relevância de nortear ações ambientais no âmbito da USP”; “a importância de uma gestão ambiental, que busque diagnosticar, gerenciar e monitorar a USP no tocante à preservação, à conservação e ao uso racional dos recursos naturais”; bem como “a necessidade de viabilizar o cumprimento das políticas voltadas à gestão e à Educação Ambiental da USP”, a Política Ambiental da USP foi instituída pela Resolução Nº 7465, de 11 de Janeiro de 2018 (USP, 2018). Após um longo processo iniciado em

2014, envolvendo reuniões periódicas com os Grupos de Trabalho (GT) organizados em diferentes temas (Administração; Água e efluentes; Áreas verdes e reservas ecológicas; Edificações sustentáveis; Educação Ambiental; Emissões de gases do efeito estufa e gases poluentes; Energia; Gestão de fauna; Mobilidade; Resíduos; Uso e ocupação territorial), compostos por professores, servidores técnicos e administrativos, educadores, alunos de graduação e pós-graduação, a USP mostrou por meio de sua Política Ambiental o dever da Universidade no cumprimento de “seu papel de exemplaridade e a missão de aplicação de princípios de sustentabilidade perante a comunidade universitária e a sociedade” (USP, 2018).

Nas definições para efeitos da Política Ambiental da USP, a Educação Ambiental é entendida como “processos educativos, dialógicos e reflexivos de compartilhamento, apropriação e construção de conhecimentos, valores, atitudes, habilidades e competências voltadas à busca de relações justas, respeitosas e responsáveis das sociedades humanas entre si e com o meio ambiente considerando toda diversidade envolvida e tendo como horizonte a constituição de sociedades sustentáveis” (USP, 2018). Destaca-se também, entre seus princípios, a necessidade do “acesso à informação e a divulgação pública dos dados e informações ambientais” e de uma “efetiva participação da comunidade universitária na adoção da Política Ambiental da USP”; em seus objetivos, a promoção da Educação Ambiental deve ser “transversal ao desenvolvimento e implementação da Política, de forma articulada e permanente em todas as suas atividades” (USP, 2018).

A Educação Ambiental (EA), neste sentido, foi e vem se constituindo como uma área em permanente construção, na reflexão crítica e complexa de questões decorrentes do confronto entre os elementos naturais e aqueles criados pelo ser humano em sua vida social, sob a influência das variáveis espaço e tempo. De acordo com esse entendimento, deve-se almejar um olhar ampliado sobre o que entendemos por meio ambiente e a relação do ser humano na sociedade em que se insere. Busca-se, então, uma EA que verse sobre os inter-relacionamentos entre os ecossistemas e sistemas humanos, ou seja, as complexas interações entre os seres vivos e seus ambientes e a interdependência entre os aspectos sociais, políticos, econômicos, culturais, éticos, entre outros.

Segundo a UNESCO (1987), a EA é um processo permanente no qual os indivíduos e a comunidade tomam consciência do seu meio ambiente e adquirem conhecimentos, habilidades, experiências, valores e a determinação que os tornam capazes de agir, individual ou coletivamente, na busca de soluções para os problemas ambientais, presentes e futuros. Essa forma de entender a EA está expressa na Lei Federal nº 9.795, de 27 de abril de 1999, que dispõe sobre a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), e preconiza a construção de uma sociedade ambientalmente equilibrada, fundada nos princípios da liberdade, igualdade, solidariedade, democracia, justiça social, responsabilidade e sustentabilidade, direito de todos, componente essencial e permanente da educação nacional, que deve ser exercida de forma articulada em todos os níveis e modalidades de ensino.

A partir de um enfoque interdisciplinar, Sato (2003, p. 24), descreve que: “o ambiente não pode ser considerado um objeto de cada disciplina, isolado de outros fatores, ele deve ser abordado como uma dimensão que sustenta todas as atividades e impulsiona os aspectos físicos, biológicos, sociais e culturais dos seres humanos”. Nesta perspectiva, ressalta-se a inclusão da temática ambiental não só nos currículos escolares, mas também em outros espaços de formação, como as universidades, podendo acontecer a partir de atividades diferenciadas que levem os indivíduos a serem agentes ativos no processo de uma educação cidadã.

As universidades, entendidas como laboratórios vivos (*living labs*, em inglês), servem como base para a gestão pública. Os laboratórios são espaços que favorecem diferentes formas de conhecer o mundo, sendo que a abordagem dos laboratórios vivos permite redefinir o significado de experimentar e inovar (EVANS & KARVONEN, 2011). Em revisão realizada por Mandai e Brando (2019), as autoras verificaram que os laboratórios vivos podem ser compreendidos como um ambiente ou em termos metodológicos: (i) como ambiente o laboratório vivo pode ser visto enquanto infraestrutura, um espaço de experimentação em que é dada forma aos contextos da vida real, um limite geográfico ou institucional onde são realizadas experiências intencionais; (ii) enquanto ferramenta metodológica, a ideia de laboratórios vivos carrega aspectos de metodologia inovadora sistêmica, com abordagem colaborativa intencional, um tipo de experimentação que envolve diferentes atores em uma perspectiva centrada no indivíduo. As universidades podem ser consideradas laboratórios vivos para a sustentabilidade sob essas duas perspectivas: elas comportam ambientes potenciais para estudar desafios, pois os campi universitários acabam simulando pequenas cidades; e agregam, ainda, diferentes estratégias de ação em suas atividades de ensino, pesquisa e extensão desenvolvidas em ambiente formais e não formais, bem como na gestão de serviços para sua comunidade interna e externa, tais como alimentação, transporte, moradia, prestação de serviços de saúde, promoção de atividades culturais, entre outros.

Os laboratórios vivos para a sustentabilidade no contexto explorado por este capítulo foca-se no ODS 4, “Educação de qualidade”, e ressalta o papel da Educação Ambiental no contexto universitário. Ao articular a visão de uma educação cidadã pela perspectiva da Agenda 2030 (mediante as potencialidades dos 17 ODS para o tratamento da sustentabilidade em suas dimensões ambiental, social e econômica) aos pressupostos da Educação Ambiental preconizada pela PNEA (num âmbito mais geral) e tendo em vista a aplicabilidade da Política Ambiental da USP (no âmbito local), procura-se envolver várias instâncias e diferentes atores da comunidade universitária em processos formativos participativos, favorecendo a transversalidade no processo de sua implementação de forma articulada e permanente em todas as atividades fins da Universidade.

## Metodologia

Para discutir a ideia de universidade como laboratório vivo para a sustentabilidade, tendo em vista as possibilidades de aderência da Agenda 2030 à dimensão educacional da Universidade, buscou-se investigar formas pelas quais o constructo Educação Ambiental se manifesta, sob a lente dos ODS e no recorte *Campus* da USP em Ribeirão Preto. Os dados levantados neste estudo foram divididos em quatro dimensões:

- formação socioambiental, tendo como objeto de análise os Projetos Políticos Pedagógicos dos cursos de graduação;
- atividades de extensão, tendo como objetos de análise o Programa “Ambiente é o Meio” e eventos da “Agenda ODS”;
- produção de conhecimentos, tendo como objetos de análise as dissertações e teses defendidas no *Campus*;
- difusão de informações, tendo como objetos de análise os materiais de divulgação da Superintendência de Gestão Ambiental da USP em RP (SGA-RP), entre eles

postagens do *Facebook* e matérias produzidas em estágios curriculares por alunos de graduação.

O que norteou a busca por essas dimensões foi o entendimento sobre as contribuições da Educação Ambiental em processos formativos na Universidade tendo em vista suas atividades fins: de ensino, no intuito de formar pessoas e líderes transformadores da sociedade; de pesquisa, que preza pela produção de conhecimento mediante um olhar investigativo do processo; e de extensão, que busca aproximar a sociedade dos conhecimentos produzidos pela comunidade universitária.

Deu-se ênfase para a análise sob o viés da Agenda 2030, uma vez que os 17 ODS buscam equilibrar as três dimensões do desenvolvimento sustentável: a ambiental, a social e a econômica. Também, foram explorados outros olhares, em um contexto mais local, como na produção de conhecimentos, tendo em vista elementos identificados na perspectiva da Educação Ambiental tratada na Política Ambiental da USP, e conteúdos que buscam aproximar os discentes do *Campus* nas atividades de caráter ambiental, tendo em vista a história e memória ambiental do *Campus*.

Quadro 1 –Resumo dos procedimentos de coleta e análise

| Dimensão                  | Coleta                              | Análise             |
|---------------------------|-------------------------------------|---------------------|
| Formação socioambiental   | Documental – PPP dos cursos         | Análise de conteúdo |
| Atividades de extensão    | Documental – Programas da Rádio USP |                     |
| Produção de conhecimentos | Documental – teses e USP            |                     |
| Difusão de informações    | Documental – mídias sociais         |                     |

## Resultados e discussões

### Formação socioambiental

A fim de contemplar a análise da dimensão do ensino, a formação socioambiental foi estudada a partir dos Projetos Políticos Pedagógicos (PPPs) de cada um dos cursos de graduação ofertados no *Campus* de Ribeirão Preto. As informações qualitativas dos PPPs foram associadas de maneira temática com os ODS. Após a leitura de cada um dos documentos, foram selecionados trechos indicativos da associação com um ou mais ODS categorizados. Além da leitura exploratória realizada, algumas palavras-chave relacionadas à sustentabilidade, meio ambiente e extensão universitária foram pesquisadas em cada um dos documentos a fim de direcionar as análises.

Os PPPs utilizados como fonte de dados estão disponíveis nos sítios eletrônicos institucionais de cada uma das unidades educacionais do *Campus*. As análises redigidas a seguir foram categorizadas quanto à faculdade e ao curso de origem. Em cada uma delas buscou-se inserir segmentos do texto documental na íntegra a fim de ilustrar como a narrativa conecta-se com os ODS e sugere, em diferentes níveis, uma maior ou menor institucionalização dos pressupostos da Agenda 2030 (Quadro 2). Ao final, há uma breve observação a respeito da situação referente às implicações dessa dimensão.

Quadro2. Análise e ODS

| Unidade/ curso                                   | Justificativa e exemplo  | ODS        |
|--|--|------------|
| EEFERP<br>Educação física                        | "Considerando-se a importância da relação da academia com a comunidade, serão estabelecidos programas e cursos de extensão universitária com o objetivo de atender às necessidades e demandas regionais, estrutura social da região" (EEFERP, 2019. p.13).   | 3,10 e 11  |
| EERP<br>Bacharelado e licenciatura em enfermagem | "formar o Enfermeiro Bacharel, com Licenciatura em Enfermagem, que articule a formação do enfermeiro com conhecimento pedagógico consistente, capacitado para a prática de docência na educação profissional em enfermagem e para a realização de ações promotoras de saúde no âmbito da educação básica; bem como capacitado para a prática assistencial de enfermagem nos distintos campos de atuação; com competência técnica, científica, política, ética e humana, socialmente crítico e responsável pelos destinos de uma sociedade que se deseja justa, democrática e autossustentável" (EERP, 2019. p.27).<br>"gerar e difundir conhecimento de enfermagem e de saúde que contribua para o avanço científico da profissão, visando à melhoria da saúde da população. Formar enfermeiros e profissionais de áreas afins, com elevada competência técnico-científica e política, valorizando a integralidade, a interdisciplinaridade, a liderança e a integração entre ensino, pesquisa e extensão" (EERP, 2019. p.9).<br>"gerar e difundir conhecimento de enfermagem e de saúde que contribua para o avanço científico da profissão, visando à melhoria da saúde da população. Formar enfermeiros e profissionais de áreas afins, com elevada competência técnico-científica e política, valorizando a integralidade, a interdisciplinaridade, a liderança e a integração entre ensino, pesquisa e extensão" (EERP, 2019. p.9). | 3, 11 e 16 |
| EERP<br>Bacharelado em enfermagem                | "o TCC contribui para que a formação na Graduação de Enfermagem assegure a articulação entre ensino, pesquisa e extensão/assistência, garantindo um ensino crítico, reflexivo, criativo, que leve à construção do perfil almejado, estimulando a realização de experimentos e/ou projetos de pesquisa; socializando o conhecimento produzido, levando em conta a evolução epistemológica dos modelos explicativos do processo saúde-doença (Resolução CNE/CES nº 3/2001)" (EERP, 2019. p.50).  | 3, 11 e 16 |
| FCFRP<br>Ciências Farmacêuticas                  | "Capacitar os docentes para utilizarem novas estratégias de ensino, presenciais e a distância, como plataformas e Ambientes Virtuais de Aprendizagem" e "O grupo se justifica pelo fato de muitas vezes, o professor que ingressa no ensino universitário no Brasil não é um profissional da educação, pois em nenhum momento de sua carreira lhe é exigido, ou mesmo facilitado, que  | 3, 4 e 11  |

|                                 |  |                     |
|---------------------------------|--|---------------------|
|                                 | adquirir conhecimentos e habilidades de Pedagogia e Didática. As políticas públicas e a legislação sempre enfatizaram como exigência para o acesso à carreira, o domínio e profundidade dos conhecimentos na área e matéria que irá ensinar" (FCFRP, 2019. p.11).  |                     |
| FDRP<br>Direito                 | "Em Ribeirão Preto, as questões socioambientais são prioritárias: contexto canavieiro, aquífero Guarani, moradia e questão urbana, migrações, multiterritorialidade, desigualdades e proteção às minorias e vulneráveis. Nesse sentido, a FDRP é um espaço público, aberto à comunidade, com o objetivo de contribuir com a redução das desigualdades sociais, com a construção de uma sociedade democrática e com a afirmação das diversidades." (FDRP, 2019. p.10).<br>"No âmbito estadual e nacional, as políticas públicas relacionadas ao combate e ao controle da corrupção, à educação, à saúde, à segurança pública e ao acesso à justiça são prioritárias. Internacionalmente, é necessário colaborar com as redes de proteção internacional que assegurem os direitos fundamentais e proteção de minorias e vulneráveis, com a realização de convênios que privilegiem esses aspectos; cooperar para o desvendamento das identidades que compõem o Brasil e seu papel no cenário internacional, valorizando suas peculiaridades e manifestações culturais e com lucidez sobre suas fragilidades"; "Capacidade de reconhecer demandas de grupos de interesses, minorias, questões socioambientais e de soberania, bem como de economia de mercado e suas inúmeras formas de relação com o Direito" (FDRP, 2019. p.11-12). | 10,<br>11 e<br>16   |
| FEARP<br>Administração          | "Num mercado cada vez mais competitivo, o administrador nas organizações da atualidade deve ser capaz de planejar, organizar, dirigir e controlar os recursos tangíveis e intangíveis que tem em mãos, cabendo-lhe cuidar do processo gerencial nos níveis estratégico, tático e operacional em diferentes áreas: marketing, finanças, recursos humanos, compras, operações, pesquisa e desenvolvimento e responsabilidade socioambiental" (FEARP, 2019. p.7).<br>"O preparo do cidadão e do profissional crítico e criativo, através do desenvolvimento do espírito empreendedor e da noção de responsabilidade social" (FEARP, 2019. p.10).  | 4, 9,<br>11 e<br>17 |
| FEARP<br>Ciências<br>Contábeis  | "Além das atividades acadêmicas previstas na estrutura curricular, os alunos são encorajados a participar de diversas outras complementações à sua formação acadêmica e profissional, como atividades de pesquisas fomentadas dentro da unidade, intercâmbios internacionais e atividades de extensão." (FEARP, 2019. p.13).   | 11                  |
| FEARP<br>Ciências<br>Econômicas | Não foram encontradas menções aos ODS.   | -                   |

|   |  |                      |
|---|--|----------------------|
| FEARP<br>Economia<br>Empresarial e<br>Controladoria   | Não foram encontradas menções aos ODS.   | -                    |
| FFCLRP<br>Ciências<br>Biológicas                      | "Diante disso, a reformulação curricular veio de encontro à crescente demanda de profissionais especializados em áreas prioritárias relacionadas com o meio ambiente, ao avanço biotecnológico e à formação de recursos humanos altamente capacitados para atuar no ensino e na pesquisa no país e no exterior" (FFCLRP, 2019. p.4).   | 4, 11,<br>15 e<br>16 |
| FFCLRP<br>Ciências da<br>informação e<br>documentação | "Transcorridos anos de trabalho e experiências de uma prática de graduação qualificada, oferecida pelo curso de bacharelado, incluindo iniciação científica, projetos financiados por agências de fomento e trabalhos de conclusão de curso, o corpo docente demonstra amadurecimento acadêmico refletida em vários projetos de extensão e pesquisa, bem como na criação dos periódicos especializados em Ciência da Informação, "InCID: Revista de Ciência da Informação e da Documentação" e a "Biblioteca Escolar em Revista" (FFCLRP, 2019. p.10). | 11                   |
| FFCLRP<br>Ciência da<br>Computação                    | "A formação complementar e o desenvolvimento pessoal é estimulado e incentivado, de forma que o aluno possa se dedicar a atividades que auxiliem na integralização de conhecimento e no convívio social e profissional. Estas atividades são constantes e diversificadas, tais como iniciação científica, atividades de cultura e extensão, monitorias, serviços à comunidade, participação em colegiados e agremiações, dentre outras" (FFCLRP, 2019. p.8).   | 11                   |
| FFCLRP<br>Física Médica                               | "O comportamento investigativo, reflexivo e problematizador desenvolvido por meio das atividades de pesquisa e extensão aplica-se tanto às atividades ditas em sala de aula, como fora dela, com a participação em: a) projetos de pesquisa e/ou extensão realizados na instituição 39 ou fora dela; b) eventos científicos; c) atividades de monitorias; d) atividades de extensão."(FFCLRP, 2019. p.38).   | 11                   |
| FFCLRP<br>Matemática<br>aplicada<br>negócios a        | Não foram encontradas menções diretas, porém a partir da leitura do documento foram encontradas ligações indiretas a um ODS.   | 11                   |
| FFCLRP<br>Bacharel em<br>Química                      | "Assim, define-se o seguinte perfil para o formando 'um profissional de formação sólida e generalista em QUÍMICA, humanista (ética, responsabilidade social e responsabilidade ambiental, etc.) e interdisciplinar. Esse profissional deve ter flexibilidade para atender às necessidades e tendências regionais e de mercado" (FFCLRP, 2019. p.17).   | 4 e 11               |
| FFCLRP<br>Licenciatura em<br>Química                  | Não foram encontradas menções diretas, porém a partir da leitura do documento foram encontradas ligações indiretas a dois ODS.   | 4 e 11               |

|                             |  |            |
|-----------------------------|--|------------|
| FFCLRP<br>Pedagogia         | "Promover a integração do Curso de Pedagogia com as instituições escolares e não-escolares da comunidade local e regional" (FFCLRP, 2019. p.30).   | 4, 10 e 11 |
| FFCLRP<br>Música            | "Nas disciplinas 5970681 – Metodologia de Ensino de Música com Estágio Supervisionado I e 5970682 – Metodologia de Ensino de Música com Estágio Supervisionado II, as 120 horas de aulas teóricas são destinadas ao estudo de textos e bibliografia recomendada, seminários, palestras, workshops, debates com artistas educadores, análise dos relatórios do estágio e projeções de filmes; das 300 horas de estágio, 140 horas são para estágio desenvolvido em escolas, acompanhando o efetivo exercício da docência na educação infantil e nos anos iniciais do ensino fundamental, vivenciando experiências de ensino na presença e sob a supervisão do professor responsável pela classe; e 110 horas de atividades dedicadas à gestão de ensino na educação infantil, nos anos iniciais do ensino fundamental e escolas específicas de música, tais como: trabalho pedagógico coletivo, conselho de escola, reuniões de pais e mestres, reforço e recuperação escolar, sob a supervisão do professor responsável pela classe. Atividades teórico-práticas e de aprofundamento em áreas específicas, oferecimento de oficinas musicais e atividades musicais à comunidade, através de cursos de extensão universitária." (FFCLRP, 2019. p.60). | 4, 10 e 11 |
| FFCLRP<br>Psicologia        | Não foram encontradas menções diretas, porém a partir da leitura do documento foram encontradas ligações indiretas a três ODS.   | 3, 4 e 11  |
| FORP<br>Odontologia         | "à população mais carente vinculada ao Sistema Único de Saúde" e também atividades relacionadas à pós-graduação como a realização de pesquisas clínicas que permitem "a realização de estudos clínicos que também trazem benefícios diretos à comunidade". "Sendo assim, o curso de Odontologia da FORP/USP foi elaborado firmando seu compromisso com as Diretrizes Curriculares para os cursos de saúde e determinando ações de acordo com os processos de integração ensino-serviço-comunidade. Os estudantes são inseridos na rede básica de saúde já no segundo ano, sendo as atividades desenvolvidas com complexidade crescente ao longo do curso, sendo empregados cenários de prática diversificados." (FORP, 2019. p.25).  | 3, 10 e 11 |
| FMRP<br>Medicina            | "O presente projeto pedagógico alinha a formação do graduando da FMRP-USP às demandas atuais da sociedade em plena integração ao sistema público de assistência à saúde da população, sob a ênfase das Diretrizes Nacionais Curriculares para o curso de graduação em Medicina." (FMRP, 2019. p.4).  | 3, 10 e 11 |
| FMRP<br>Ciências Biomédicas | "Para além do reconhecimento de que a construção do conhecimento deve ser feita como um processo individualizado, na matriz está inserido o eixo "Homem, Ambiente e suas Interações" que contempla a diretriz de oferecer uma formação mais ampla, envolvendo a dimensão sociopolítica e da sociedade  | 3, 11 e 15 |



|                                  |   |           |
|----------------------------------|---|-----------|
|                                  | contemporânea em que o indivíduo se insere " (FMRP, 2019. p.14).  |           |
| FMRP<br>Fisioterapia             | "Oferece formação básica em saúde e história da profissão no primeiro ano, e a partir do segundo, disciplinas profissionalizantes e clínicas, preparatórias para o estágio do último ano em diferentes áreas – ortopedia, traumatologia, neurologia, pediatria, geriatria, cardiologia, pneumologia, assistência preventiva à comunidade, entre outras. " (FMRP, 2019. p.4).  | 3         |
| FMRP<br>Fonoaudiologia           | "O fonoaudiólogo egresso do Curso de Fonoaudiologia da FMRP-USP será um profissional da saúde, generalista, humanista, crítico quanto ao exercício profissional, em consonância com os princípios éticofilosóficos e político, tendo a sua formação com ênfase no campo clínicoterapêutico fonoaudiológico. Ao concluir a sua instrução formal na graduação, será consciente de seu papel social e da necessidade de uma constante renovação dos conhecimentos científicos para a sua prática profissional." (FMRP, 2019. p.3). | 3         |
| FMRP<br>Informática<br>Biomédica | "Reconhecer a posição que ocupará no sistema de saúde do país e avaliar, com sentido crítico, como esse sistema atua na solução dos problemas de saúde da população brasileira" (FMRP, 2019. p.5).  | 3         |
| FMRP<br>Terapia<br>Ocupacional   | "Dentro do PAPFE, além de outros auxílios diretos ligados à moradia, transporte, alimentação e aquisição de livros, figura o Programa Unificado de Bolsas (PUB), iniciativa da Pró-Reitoria de Graduação da USP (PRG-USP). O PUB apresenta as modalidades de pesquisa (IC), cultura e extensão e ensino. Os projetos são apresentados pelos docentes e uma vez homologados recebem bolsistas pelo período de 12 meses. Os estudantes podem concorrer às bolsas desde seu primeiro ano na Universidade" (FMRP, 2019. p.23).      | 3, 4 e 11 |

- Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto (EEFERP)

#### Educação Física

O PPP do curso em questão não menciona explicitamente a temática da sustentabilidade ou do desenvolvimento sustentável. Não obstante, a menção ao termo "saúde" é recorrente, o que se justifica pela proposta do curso. Uma análise detalhada permitiu identificar alguns temas correlatos a questão do desenvolvimento sustentável, entendido aqui no escopo amplo dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU. O documento reúne indicativos de que os ODS 3, 10 e 11 foram contemplados neste documento.

- Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto (EERP)

#### **Bacharelado e Licenciatura em Enfermagem**

O Plano Político Pedagógico do curso menciona e articula sobre a importância do meio ambiente e de estruturas básicas para a formação profissional do enfermeiro. Aborda também metas amplas no objetivo central do curso alinhadas ao desenvolvimento sustentável, como por exemplo, a busca de uma sociedade justa, democrática e autossustentável, além da capacitação política, científica e ética dos profissionais formados na instituição. Dessa forma, os ODS 3, 11 e 16 são os mais presentes e explícitos neste PPP.

Ainda assim, há propostas de extensão e inclusão à comunidade, focadas na saúde e educação com o intuito de melhoria e evolução da sociedade. Existem indicativos de uma preocupação com a extensão do conhecimento adquirido pelo indivíduo formado na Universidade para a comunidade dentro de uma perspectiva de formação integral e interdisciplinar.

#### **Bacharelado em Enfermagem**

Da mesma maneira que é abordado no PPP do curso de Bacharelado e Licenciatura em Enfermagem, o curso de Bacharelado também busca favorecer e promover ações à comunidade por meio da extensão em conjunto com os objetivos alinhados ao desenvolvimento sustentável. Também são consideradas no plano as metas para atingir uma formação complementar ao do enfermeiro, sendo estas citadas no plano do Bacharelado e Licenciatura: busca de uma sociedade justa, democrática e autossustentável, capacitação política, científica e ética. O documento sugere a abordagem mais próxima dos ODS: 3, 11 e 16.

- Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto (FCFRP)

#### **Ciências Farmacêuticas**

O PPP do curso tem poucas referências em seu conteúdo em relação às palavras-chave selecionadas. Entretanto, aborda tópicos referentes à educação e extensão, considerando a aplicação do conhecimento no desenvolvimento da comunidade e do próprio público discente e docente, justificando este segundo, principalmente, pelo fato da Universidade não exigir especializações em Pedagogia e/ou Didática. Assim a FCFRP utiliza como proposta no seu plano a aplicação de capacitações. A preocupação com a qualidade da educação é evidenciada nos segmentos reproduzidos na Tabela 1.

Em relação à comunidade externa, no PPP contém propostas com enfoque na saúde e no atendimento deste público, de maneira a integrar e promover uma ligação entre FCFRP-USP-Município. OS ODS 3, 4 e 11 foram diretamente relacionados às propostas pedagógicas do curso.

- Faculdade de Direito de Ribeirão Preto (FDRP)

#### **Direito**

O PPP do curso abrange boa parte das palavras buscadas, além de conter uma gama enorme de material inclusivo de acordo com os próprios ODS da ONU. O plano aborda a importância de promover ações junto da comunidade interna e externa da Universidade. Também busca incentivar a internacionalização, ou seja, manter relações ativas com instituições fora do país, recebendo e enviando alunos, praticando o intercâmbio de conhecimento. Com o enfoque mais interno, o plano também cita várias abordagens de extensão supostamente aplicadas na Unidade e que atingem os próprios

discentes, docentes e até mesmo o público externo, como por exemplo, a iniciativa de cursinho popular.

A importância do papel do formado em Direito em relação às questões sociais é muito valorizada no documento, que destaca a proteção de minorias e vulneráveis como um de seus vetores formativos centrais.

O PPP sugere que a instituição assume uma forte prerrogativa para com o social, destacando-se a preocupação em formar um profissional apto à visão crítica e instrumental dos Direitos Humanos e com competências necessárias ao atendimento das demandas da comunidade. Temas correlatos aparecem também nas áreas do conhecimento da gestão socioambiental e direito ambiental. Em síntese, os ODS mais recorrentes no documento são: 4, 10, 11 e 16.

- Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto (FEARP)

#### **Administração**

O PPP do curso cita algumas palavras-chave avaliadas, mas com pouca referência aos ODS. Entretanto, o PPP tem muitos indicativos para uma grade curricular que sinaliza promover a inclusão de temas como sustentabilidade, gestão ambiental e responsabilidade social nas organizações, bem como às atividades de extensão, promovidas pela própria Faculdade e também por iniciativas dos alunos.

No âmbito do ensino de negócios a sustentabilidade é muitas vezes tida como sinônimo para Responsabilidade Social Corporativa (RSC) ou gestão responsável, O PPP tem fortes indicativos desse entrelaçamento dos conceitos, bem como a associação da responsabilidade social ao empreendedorismo. O texto cita a importância da participação dos alunos em projetos sociais que visem envolvê-los com a comunidade. As atividades de extensão são indicadas como centrais para a formação dos alunos do curso. Após a triagem e leitura do documento, os ODS que se destacaram foram 4, 9, 11 e 17.

#### **Ciências Contábeis**

Não há ocorrência das palavras-chave ou de conteúdo diretamente ligado à sustentabilidade e/ou aos ODS. Entretanto, são citadas a importância da extensão universitária para o curso. O fomento à extensão, ainda que sem menção direta do termo “sustentabilidade”, sugere uma associação secundária com o ODS 11.

#### **Ciências Econômicas**

Neste PPP não há ocorrência de conteúdo direto ligado à sustentabilidade e/ou aos ODS. Além disso, pouco se fala a respeito de atividades de extensão. A única ocorrência de conteúdo relacionado ao meio ambiente é na disciplina optativa eletiva denominada “Economia do Meio Ambiente”, ofertada no sexto semestre no curso.

#### **Economia empresarial e controladoria**

O PPP também menciona a disciplina optativa eletiva “Economia do Meio ambiente”, ofertada para os cursos de Ciências Econômicas e Economia Empresarial e Controladoria. Da mesma forma, este documento também não comenta a respeito de atividades de extensão e não há ligação direta com nenhum ODS ou conteúdo relacionado à sustentabilidade.

- Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto (FFCLRP)

#### **Ciências Biológicas**

O PPP do curso abrange uma ampla gama das palavras-chave, como também desenvolve em seu conteúdo toda uma relação com vários ODS, identificando assim, um

forte compromisso com sustentabilidade e gestão ambiental. Também tem enfoque na extensão e na participação junto à comunidade interna e externa da USP.

A educação de qualidade é ponto recorrente no PPP dentro da sua prerrogativa educacional de gerar egressos que sejam “biólogos qualificados e críticos, frente às constantes mudanças ambientais e socioeconômicas”. Entendeu-se que o ODS 4 esteja contemplado nesta abordagem. Além disso, há menções indiretas com relação aos ODS 11, 15 e 16.

#### **Ciências da informação e Documentação**

O PPP do curso tem um conteúdo focado em extensão, entretanto é limitado sobre outros aspectos inseridos nas palavras-chave e ODS. Contudo, o ODS 11 acaba sendo contemplado de forma indireta exatamente pelo zelo que o documento possui ao tratar da extensão universitária para a comunidade.

#### **Ciência da Computação**

O PPP do curso foca na importância da extensão, mesmo citando muito pouco no seu conteúdo as palavras-chave no contexto da sustentabilidade. Assim como no documento anterior, ao prezar pela conexão universidade-comunidade a partir da extensão universitária, o ODS 11 acaba tendo uma ligação indireta a este PPP.

#### **Física Médica**

O PPP do curso se desenvolve de maneira geral com foco na extensão a partir de atividades pré-estruturadas em seu plano, como por exemplo: a semana da Física Médica, o Circo da Física e o Dia da Física Médica, além dos incentivos direcionado aos alunos em relação aos projetos de extensão e iniciações científicas. Assim, possui ligação com o ODS 11.

#### **Matemática aplicada à negócios**

O PPP do curso menciona atividades de extensão, sejam elas desenvolvidas por alunos ou pela própria instituição, além da participação junto à comunidade externa, como por exemplo, envolvendo alunos na Olimpíada Regional de Matemática de Ribeirão Preto. Desta forma, está ligado indiretamente ao ODS 11.

#### **Bacharel em Química**

O enfoque sustentável ligado aos ODS no PPP do curso está principalmente inserido na habilitação em Química Ambiental e nas áreas de extensão contempladas pelo estágio e atividades científicas, inseridos assim nos ODS 4 e 11.

#### **Licenciatura em Química**

Assim como no plano do Bacharel em Química, há um enfoque na sustentabilidade por meio das disciplinas de meio ambiente, atividades de extensão e pesquisa científica, havendo, portanto, ligação com os ODS 4 e 11.

#### **Pedagogia**

No PPP do curso é recorrente a interação da Universidade com a comunidade, onde há o ensino de que os alunos e formados atuem principalmente nas escolas públicas da região. Desta forma, a extensão da Universidade para a comunidade se dá pelos estágios obrigatórios oferecidos pelo curso bem como pela atuação dos profissionais em seu entorno, contemplando os ODS 4, 10 e 11.

#### **Música**

Para este documento, assumimos a integração aos ODS 4, 10 e 11. O núcleo geral do curso de Música cita várias atividades que visam integrar a comunidade externa à Universidade. A partir do oferecimento de disciplinas obrigatórias, o graduando em Música precisa realizar atividades de estágio em escolas e é incentivado a promover atividades de extensão.

### **Psicologia**

Por ser um curso que abrange áreas da saúde e em seu PPP conter ações de extensão junto à comunidade externa, considerou-se que o ODS 3 se enquadraria. Além disso, os ODS 4 e 11 também se enquadram neste documento.

- Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto (FORP)

### **Odontologia**

O PPP do curso não faz menção direta à sustentabilidade. Entretanto, ao longo do documento é possível identificar uma preocupação com a comunidade, havendo um comprometimento com a prestação de serviços para a mesma a partir da extensão universitária "promovendo saúde para todos".

A palavra chave “extensão” surge inúmeras vezes ao longo do PPP, deixando claro o engajamento com a articulação entre educação e extensão. Assim, os ODS 3, 10 e 11 foram muito bem contemplados ao longo deste documento. No texto são mencionadas atividades de extensão à comunidade atreladas à graduação como o atendimento odontológico ambulatorial para “à população mais carente vinculada ao Sistema Único de Saúde” e também atividades relacionadas à pós-graduação como a realização de pesquisas clínicas que permitem “estudos clínicos que também trazem benefícios diretos à comunidade”.

Considerou-se, desse modo, que os ODS 3, 10 e 11 foram muito bem contemplados ao longo deste documento. Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto (FMRP)

### **Medicina**

Neste PPP não há menção direta à sustentabilidade ou ao meio ambiente. No decorrer do texto fica evidente o comprometimento com o sistema público de saúde e o incentivo ao envolvimento dos estudantes desde o início da graduação com a prestação de serviços públicos à comunidade. Dessa forma, os ODS 3, 10 e 11 foram muito bem representados. A Faculdade ainda adota como responsabilidade oferecer a todos um sistema de qualidade atendendo às demandas da população.

### **Ciências Biomédicas**

No PPP deste curso houve citações diretas à sustentabilidade. Segundo o documento, o biomédico formado na FMRP deve ser capaz de articular uma consciência acerca da sustentabilidade com sua atuação profissional além de poder traçar uma multidisciplinaridade com relação aos temas socioambientais. Além disso, fica explícita a preocupação com o meio ambiente bem como com o seu equilíbrio frente às ações humanas e também com a própria qualidade de vida da sociedade diante dessas ações. O currículo também busca atender a demandas relacionadas à saúde a partir de técnicas específicas como engenharia genética e DNA recombinante. São muito bem contemplados os ODS 3, 11 e 15.

### **Fisioterapia**

O PPP deste curso não faz nenhuma menção à temática referente ao meio ambiente ou à sustentabilidade. Segundo o documento, o profissional deve ser formado para atender às demandas relacionadas à saúde da comunidade, de forma a atender a algumas demandas do ODS 3.

### **Fonoaudiologia**

Neste PPP não há menção à sustentabilidade. Questões ambientais são abordadas quando possuem relação com a saúde pública da comunidade e o bem estar humano, se adequando ao ODS 3. Atividades de extensão são pouco mencionadas ao longo do documento.

### **Informática Biomédica**

Segundo o PPP, este curso tem como objetivo formar profissionais capazes de produzir sistemas virtuais que atendam a área da saúde e conseqüentemente a população, atendendo ao ODS 3. Temas relacionados à sustentabilidade e ao meio ambiente não são mencionados no PPP. Não há citação de atividades de extensão ao longo do documento.

### **Nutrição e Metabolismo**

O PPP deste curso prevê que o egresso, em exercício profissional, adote práticas sustentáveis e ecologicamente corretas. Além disso, o curso se compromete com o atendimento público a população e ao SUS.

### **Terapia Ocupacional**

Este PPP não faz citações à sustentabilidade ou aos temas voltados ao meio ambiente. Ao longo do documento são mencionados os meios de permanência estudantil que a Universidade oferece, bem como as atividades de extensão promovidas pela Faculdade. A partir do oferecimento de bolsas de estudo, o ensino passa a ser ampliado para mais pessoas. Além disso, o curso promove ações junto à comunidade e o profissional formado assume um compromisso com “a cidadania, os direitos humanos, a participação social, considerando os desafios colocados pela sociedade atual”. Assim, os ODS que se enquadraram nessa proposta foram 3, 4 e 11.

A relação de ODS contemplados em cada um dos PPPs dos cursos ofertados na USP em Ribeirão Preto auxilia na compreensão de um panorama geral desta presença na formação dos indivíduos em cursos de graduação oferecidos pelas Unidades de Ensino. Os ODS mais comuns neste contexto foram: 3, 4, 10, 11 (tabela 1).

Tabela 1. Abrangência de cada um dos ODS nos PPP dos cursos da USP em Ribeirão Preto.

| ODS | 1 | 2 | 3  | 4  | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
|-----|---|---|----|----|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|
| N   | 0 | 0 | 13 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 6  | 22 | 0  | 0  | 0  | 2  | 4  | 1  |

Entendeu-se que, por se tratar de uma Universidade onde o ensino deve ser de excelência “sem deixar ninguém para trás”, como preconizado pelo ONU na Agenda 2030, o ODS 4 se enquadra bem neste contexto. Além de prezar pela excelência de seus formandos, parte dos PPPs faz menção aos auxílios e meios de permanência estudantil oferecidos pelas faculdades, procurando oferecer a educação de qualidade para todos. Neste mesmo contexto de promover oportunidades para todos e reduzir desigualdades, se enquadra o ODS 10 uma vez que a USP é uma Instituição de Ensino Superior (IES) pública e gratuita e os cursos se esforçam em oferecer atividades de extensão para a comunidade.

Grande parte dos cursos oferecidos na USP em Ribeirão Preto é da área da saúde e suas atividades estão vinculadas ao Sistema Único de Saúde (SUS). Ao se formar na universidade pública, entende-se que o profissional da saúde teria o dever de prestar serviços de qualidade para a população. No *Campus*, o Hospital das Clínicas vinculado ao SUS faz parte da jornada de formação desses profissionais, oferecendo serviços que são referência na região, justificando assim a presença frequente do ODS 3 nos PPPs.

O ODS mais recorrente nos cursos foi o 11, que se refere às cidades e comunidades sustentáveis. Isso se deu pelo fato de muitos cursos induzirem iniciativas que reduzam o impacto ambiental negativo, além de proporcionar o amplo acesso à Universidade. Além

disso, diversos cursos se atentam ao oferecimento de serviços básicos de qualidade para a comunidade, sejam estes relacionados à área da saúde ou não.

## **Atividades de extensão**

Tendo em vista algumas atividades de extensão realizadas no *Campus*, foram utilizados dois objetos de estudo que contemplassem essa dimensão: análise do Programa “Ambiente é o Meio” e eventos da “Agenda ODS”, projetos em parceria com a SGA-RP.

### **Ambiente é o Meio**

“Ambiente é o meio” é um programa do Jornal da USP veiculado entre os programas de rádio da Universidade. Discute temas socioambientais e promove debates sobre questões relacionadas à sustentabilidade com a participação de especialistas e pesquisadores. O programa é gravado na USP em Ribeirão Preto, tem duração de 30 minutos e vai ao ar toda semana, quartas-feiras às 13h, com reprise aos domingos, às 17h30.

A partir de consulta no site oficial do Jornal da USP, foram levantados os títulos de todos os programas semanais no período entre Janeiro de 2018 a Outubro de 2019. No site é possível acessar além dos títulos e das datas de exibição, uma sinopse contendo uma descrição mais detalhada sobre o conteúdo de cada programa. Com o objetivo de buscar abordagens que envolvam as temáticas dos ODS, foi utilizada a metodologia *screening* durante a leitura das sinopses a fim de mapear os temas relacionados (site disponível em: <https://jornal.usp.br/radio-usp/sinopses/ambiente-e-o-meio/>).

Ao todo foram listados 78 programas com diversas temáticas que permeiam assuntos relacionados ao meio ambiente. A análise das sinopses dos programas foi realizada partindo do pressuposto que a contemplação de um ODS em um programa significa que a problemática abordada e o debate promovido podem ter incentivado discussões acerca do mesmo. Uma síntese dos resultados provenientes da análise das sinopses pode ser consultada na Tabela 2.

Tabela 2. Número de aparições de cada um dos ODS no intervalo de programas do período Janeiro/2018-Outubro/2019.

| ODS | 1 | 2 | 3  | 4 | 5 | 6  | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
|-----|---|---|----|---|---|----|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|
| N   | 0 | 9 | 11 | 3 | 0 | 11 | 6 | 1 | 7 | 6  | 14 | 14 | 12 | 11 | 30 | 14 | 2  |

Diversos programas analisados tratam de problemáticas ambientais, geralmente relacionadas aos impactos causados pela sociedade. Os impactos em questão afetam a biodiversidade de animais e plantas, mas em alguns casos afetam a própria qualidade de vida humana. Partindo deste ponto, os ODS 3, 11, 12, 13, 14 e 15 foram frequentemente relacionados aos programas em que houve esse tipo de debate.

Uma temática muito abordada no período analisado foi a questão de água e saneamento básico (ODS 6) no cenário brasileiro. O tema foi abordado de duas principais formas: num âmbito de acesso à água de qualidade pelos cidadãos e na presença de poluentes ou possíveis poluentes na água consumida pela sociedade.

Não foram encontradas relações com os ODS 1 e 5 no intervalo de programas analisados. É provável que estes temas não sejam comumente discutidos por se distanciar do escopo do “Ambiente é o meio”, ficando como sugestão a abordagem em outros contextos midiáticos.

### **Agenda ODS**

Entre os meses de Fevereiro e Julho de 2019, a equipe da SGA-RP, envolvendo estagiários, servidores técnicos e administrativos e docentes, organizou uma agenda de eventos, workshops e mesas redondas abertos para toda a comunidade do *Campus*, mas também externamente, com o intuito de promover a divulgação dos ODS e da Agenda 2030, reforçando o papel da SGA como uma articuladora da temática ambiental e da sustentabilidade na Universidade. Assim, optou-se por organizar eventos ao longo do semestre que abordassem diferentes temas pertinentes aos ODS tendo, ainda, outros parceiros, como o Instituto de Estudos Avançados (IEA-RP) e diversos docentes, alunos de graduação e pós-graduação de outras unidades de ensino que contribuíram e enriqueceram as discussões.

Os eventos no período abordaram as seguintes temáticas:

- Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e a Agenda 2030: foi realizada uma palestra seguida por atividade prática em que se abordou o significado dos ODS, promovendo a contextualização do tema para o público e estabelecendo conexões dos ODS com a realidade do *Campus* e da cidade de Ribeirão Preto.
- Desigualdade de gênero e mercado de trabalho: foi realizada uma mesa redonda com alunos de graduação e pós-graduação com intuito de promover discussão e reflexão a respeito da desigualdade de gênero em ambientes universitários e no mercado de trabalho, englobando os ODS 5 e 8.
- Dia do Meio ambiente: neste evento reunimos diferentes segmentos e agentes que realizam projetos dentro da temática do Meio Ambiente e da Sustentabilidade, visando promover a discussão e a reflexão acerca do que vem sendo desenvolvido pelo *Campus* e como a comunidade, interna e externa, pode contribuir com essas práticas. Em uma primeira parte, o evento contou com a apresentação de trabalhos



desenvolvidos por alunos da disciplina “Educação Ambiental” do curso de Ciências Biológicas do Departamento de Biologia da FFCLRP; em outro bloco de atividades houve a participação dos membros dos Grupos de Trabalho da Comissão Técnica de Gestão Ambiental (CTGA-RP) que apresentaram os diagnósticos levantados em cada um das áreas temáticas da Política Ambiental da USP e que devem nortear o Plano Diretor Ambiental do *Campus*.

Em Agosto de 2019, a equipe da SGA no *Campus* organizou um programa mais amplo para avançar no tratamento da Agenda 2030 dando continuidade aos eventos que tratam sobre os ODS. A atividade faz parte de projeto de bolsista do Programa Unificado de Bolsas de Estudo para apoio e formação de estudantes de graduação (PUB-USP), parte integrante da Política de Permanência Estudantil da Universidade. Tem como foco estimular o engajamento local nos parâmetros globais da promoção de sustentabilidade e promover um contato qualificado com tais temáticas, tendo em vista o potencial de formação dos futuros líderes da sociedade como agentes transformativos. Buscando averiguar as lacunas no tratamento das temáticas dos ODS, foi feito um levantamento dos eventos realizados na USP em Ribeirão Preto. A USP providencia uma plataforma oficial de eventos realizados na Universidade onde são disponibilizadas informações como organizadores, data, local, sinopse do evento e links para a inscrição (disponível em: [www.eventos.usp.br](http://www.eventos.usp.br)). A partir do acesso à plataforma, os eventos foram filtrados para exibir apenas os realizados no *Campus* de Ribeirão Preto, no período entre Julho de 2018 à Agosto de 2019, utilizando a metodologia de *screening* de suas sinopses e seus objetivos foram alinhados aos ODS. Caso o objetivo do evento correspondesse a um ODS e/ou um de seus sub-objetivos, este era designado ao ODS correspondente em uma planilha agregando os eventos com a seguinte formatação:

Quadro 3. Critérios para o levantamento de eventos no *Campus* de Ribeirão Preto, em site específico

| Nome do Evento               | Realizador                                     | Data                    | Link Evento                       | Palavra-Chave                                      | ODS Contemplado                           |
|------------------------------|--|-------------------------|-----------------------------------|--|---|
| Nome utilizado na divulgação | Pessoa e/ou entidades responsáveis pelo evento | Na formatação DD/MM/AAA | Link para consulta no site da USP | Palavra-chave utilizada na identificação do evento | ODS principal e/ou secundário contemplado |

O levantamento encontrou 32 eventos que atenderam os filtros selecionados e que contemplaram um ou mais ODS em seu escopo. A quantidade de eventos e vezes que os ODS foram contemplados no período analisado estão na tabela 3.

Tabela 3. Quantidade de eventos e vezes que os ODS foram contemplados em eventos disponíveis no sistema no período Julho/2018-Agosto/2019.

| ODS | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|
| n   | 0 | 1 | 5 | 4 | 2 | 0 | 0 | 2 | 2 | 5  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 8  | 3  |

Com o conhecimento de quais ODS não foram contemplados em eventos organizados no *Campus* e disponíveis no sistema de eventos da USP, tais como os ODS 1, 6, 7 e 11, a equipe da SGA-RP pensou em tratá-los realizando eventos com abordagem desses conteúdos. Os eventos devem adotar como metodologia didática a ferramenta de Aprendizado Transformacional em Sustentabilidade (TSL), trazendo reflexões e atividades que abordam três domínios do aprendizado: Cognitivo (*Head*), Psicomotor (*Hands*) e Afetivo (*Heart*) (MEZIROW, 1991). Tais domínios devem ser estimulados por meio de atividades, dinâmicas, relatos de experiências, mesas redondas e palestras com as temáticas dos ODS, sendo essas atividades elaboradas com as 5 primeiras fases das 10 fases do ensino transformativo proposto por Mezirow (1991), sendo elas: Dilema Desorientador, Avaliação Crítica, Reconhecimento e Exploração. O Dilema Desorientador consiste em trazer para o público a realidade de um determinado assunto que não se encaixa ou não é conhecida ainda na visão de mundo do participante, causando um “choque”; a Avaliação Crítica consiste em trazer ao público um momento e ferramentas para reflexão e reconhecimento dos sentimentos pelo indivíduo ao ser exposto a esse choque de realidade; o Reconhecimento traz a racionalização deste sentimento ao fazer o indivíduo explorar os motivos que o provocaram; a Exploração inicia a fase preparatória e prática onde convidamos o público a explorar como podem ser agentes da melhoria desta realidade, como eles mudariam os aspectos desta realidade e como eles se transformariam junto dela; a última fase é a de Planejamento, que se dá por meio das experiências e práticas executadas no evento pelo indivíduo, provocando-o a identificar quais as dificuldades que impedem esta realidade de mudar, quais as possíveis consequências desta mudança e quais ferramentas devem ser utilizadas para se iniciar o processo de transformação (MEZIROW, 1991). Ao final dos eventos, os participantes tomam conhecimento da realidade que permeiam os assuntos abordados e como podem ser agentes da sociedade nesta transformação.

## Produção de conhecimento

Para contemplar a dimensão de produção de conhecimento foram analisadas as teses e dissertações publicadas no período entre Janeiro de 2018 a Outubro de 2019 pelos Programas de Pós-graduação das Unidades do *Campus* da USP em Ribeirão Preto. Os trabalhos foram levantados pelo site institucional de dissertações e teses da USP, uma biblioteca digital que contém os trabalhos defendidos na Universidade (disponível em: [www.teses.usp.br](http://www.teses.usp.br)).

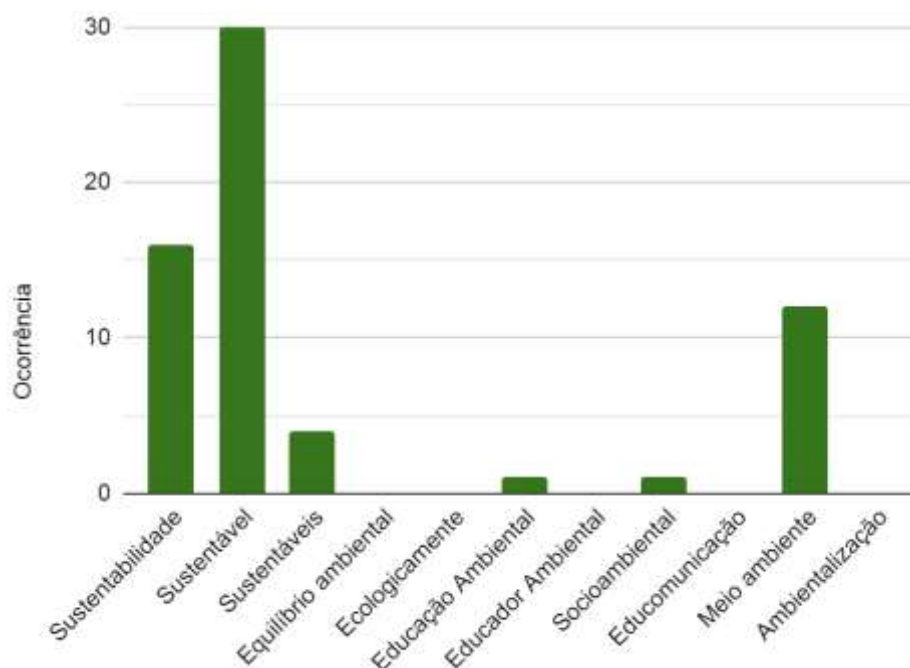
Foram estabelecidas 11 palavras-chave referentes ao escopo da Educação Ambiental na Política Ambiental da USP. Os levantamentos foram realizados em três níveis de ocorrência diferentes: palavras-chave, títulos e resumos (quadro 4).

Quadro 4. Critérios para o levantamento de teses e dissertações no *Campus* de Ribeirão Preto

|                          |  |
|--------------------------|--|
| Descritores utilizados   | (Sustentabilidade, sustentável, sustentáveis, equilíbrio ambiental, ecologicamente, educação ambiental, educador ambiental, socioambiental, educação e meio ambiente) E Ribeirão Preto [unidade] |
| Base de dados consultada | Banco de Teses e dissertações da Universidade de São Paulo ( <a href="http://www.teses.usp.br">www.teses.usp.br</a> )  |
| Filtro                   | Palavras-chave/título/resumo; Todos os documentos; Ano $\geq$ 2018   |
| Resultado                | 64 ocorrências em 37 trabalhos   |

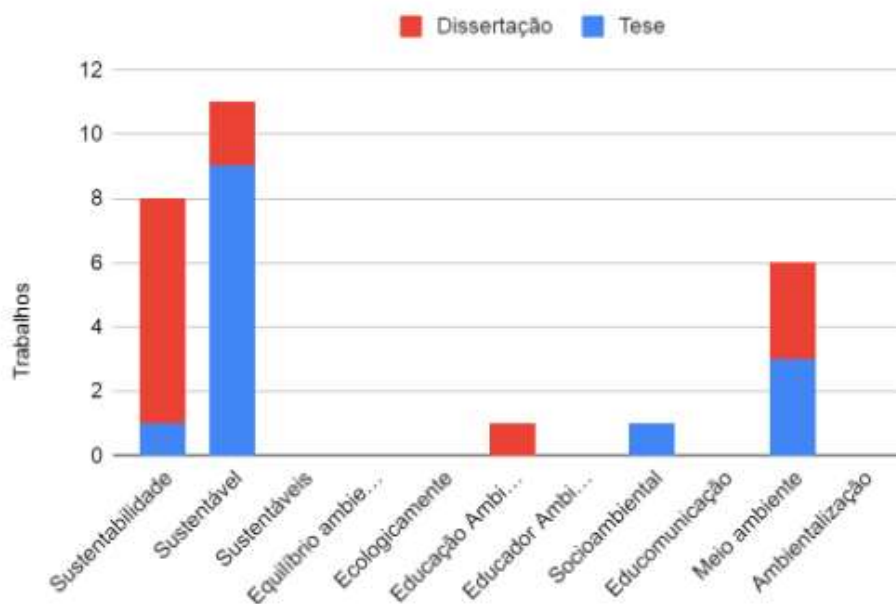
A partir da busca, foi encontrado um valor total de 64 ocorrências das palavras-chave, sendo: 10 delas em títulos, 10 em palavras-chave e 44 em resumos. Quase metade das ocorrências envolvia o descritor “sustentável” (gráfico 1). Se for considerada a temática sustentabilidade envolvendo todos os descritores relacionados ao tema (sustentável, sustentáveis, sustentabilidade) conclui-se que a busca realizada englobou a maior parte das palavras encontradas. Isso, provavelmente, se deu pelo fato de ser um assunto muito discutido atualmente.

Gráfico 1. Ocorrência de cada descritor dentre os trabalhos encontrados.



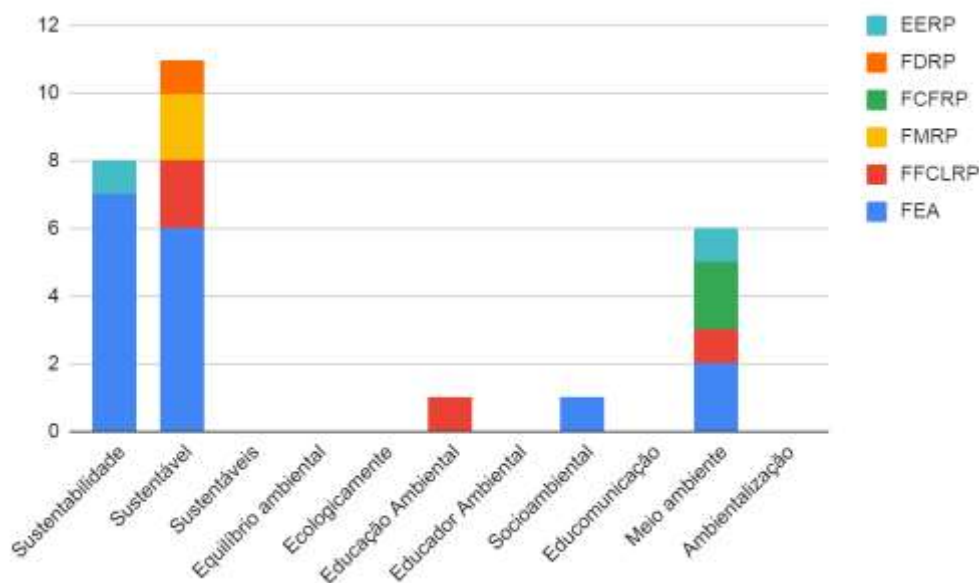
Foram verificadas publicações que continham mais de um descritor relacionado, ou que apresentavam descritores diferentes mas, foram contabilizadas em mais de um critério. Após a remoção das repetições entre os 64 descritores, foram identificadas 37 publicações. Após uma triagem dos resumos dos trabalhos foi verificado que 10 das 37 publicações embora apresentassem os descritores, não se relacionavam ao escopo de interesse do trabalho. Essas publicações continham as palavras “sustentável”, “sustentabilidade” ou o termo “meio ambiente” no resumo com significados diferentes do esperado por esse levantamento. Desta forma, após a filtragem dos dados, foi obtido como resultado um total de 27 publicações com a temática em questão publicadas em forma de dissertações ou teses na USP em Ribeirão Preto. Esse valor representa 2,3% do total de trabalhos publicados por todas as unidades no período analisado. Do total de 27 publicações, 12 são dissertações de mestrado e 15 são teses de doutorado (gráfico 2).

Gráfico 2. Tipos de trabalhos aos quais pertencem os descritores.



Feita essa primeira triagem dos dados, foram analisadas as unidades de origem de cada uma das 27 publicações encontradas (gráfico 3). A partir da classificação, verificou-se que metade delas são da FEA-RP e, em quase sua totalidade, com relação à sustentabilidade.

Gráfico 3. Ocorrência dos descritores em trabalhos classificados segundo a unidade.



Os termos “educador ambiental”, “educomunicação” e “ambientalização” não foram encontrados. Como a metodologia utilizada não levou em consideração o conteúdo geral tratado nos trabalhos e somente foi baseada em buscas por palavras-chave nos

resumos e títulos, é possível que os temas que não foram encontrados tenham sido retratados no desenvolvimento dos trabalhos, mas não foram contabilizados.

## **Difusão de informações**

A dimensão de difusão de informações envolveu atividades que vem sendo deflagradas pela equipe da SGA-RP e tem como objetos de análise as postagens de Facebook da SGA em Ribeirão Preto e matérias produzidas em estágios curriculares de curso de graduação. Essa comunicação representa uma dimensão imprescindível para se atingir os objetivos organizacionais. Na era da informação e comunicação, empresas, governos, sociedade civil, pessoas físicas e jurídicas, cada vez mais fazem uso de ferramentas digitais para atingir seus objetivos comunicativos de forma mais eficiente. A sustentabilidade é uma das pautas que têm se beneficiado do advento da tecnologia nas comunicações. No cenário universitário, diversos atores encontram-se engajados com questões ambientais e sociais, não obstante, existem lacunas de comunicação que dificultam a sinergia entre iniciativas afins que possam ser beneficiadas se forem conhecidas amplamente. Ainda, cada vez mais se faz necessário que a Universidade conecte-se com sua comunidade, de maneira a promover uma construção coletiva do conhecimento e o adequado retorno à sociedade, o que lhe é uma prerrogativa.

### **Estágios curriculares**

No ano de 2017, por meio da Modalidade Estágio Curricular, foi proposto por quatro alunas de graduação do curso de Ciências Biológicas do Departamento de Biologia da FFCLRP-USP o desenvolvimento de uma plataforma online para promover a divulgação de informações, ações, propostas e eventos relacionados ao meio ambiente e à sustentabilidade, bem como relembrar a História e Memória Ambiental do *Campus* da USP em Ribeirão Preto, aproximando assim a comunidade USP e externa à temática ambiental.

Dentre as atividades realizadas encontram-se: estruturação inicial do site intitulado “Ambiental em foco” (disponível em: <https://ambientalemfocousp.wixsite.com/ambientalemfoco>) (Figura 3); criação de sessões norteadas pelos temas: História, Nosso *Campus*, Sustentabilidade e Curiosidades; redação e revisão de matérias para posterior publicação e divulgação. Durante o período de 4 meses foram elaboradas 17 produções textuais de diferentes categorias, dentre elas 14 textos informativos reflexivos e 5 entrevistas.

Figura 3. Página inicial do site “Ambiental em Foco”



O site estruturado pelas estagiárias teve por objetivo abordar temas relacionados ao meio ambiente e à sustentabilidade. A seguir (Figura 4) há um exemplo de produção textual organizada para o site “Ambiente em Foco”.

Figura 4. Recorte de texto reflexivo elaborado pelas estagiárias Bruna Ferreira e Anne Freitas



Se as respostas para suas perguntas giram em torno de que a Educação Ambiental trata de questões ambientais como, por exemplo, a diminuição do uso de energia e água ou separação do lixo reciclável...

Bom, talvez este texto seja para você.

Ok. Mas o que é Educação Ambiental (EA)? A lei 9.795 de 1999 estabelece um conceito:

*"Os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade".*

Assim, vamos ressaltar três pontos sobre a Educação Ambiental:

1. Envolve o indivíduo e a **COLETIVIDADE**;
2. Envolve **VALORES**, conhecimentos, habilidades e atitudes;
3. Voltada para **CONSERVAÇÃO** do meio ambiente.

Se EA envolve a coletividade, faz-se necessário o exercício do pensar coletivo. Pensar coletivo, não apenas como receptor dos danos já causados, mas como um agente ativo na prevenção e mitigação dos danos ambientais.

Outra questão é que a EA envolve valores, ou seja, um conjunto de conhecimentos e atributos de uma pessoa ou sociedade que determina a forma como aquele indivíduo ou grupo age. A reflexão sobre a inserção de valores na EA é importante justamente por esta característica enviesada e subjetiva. Quais valores ambientais serão passados? Quais são os valores ambientais do grupo que estão implementando um plano de Educação Ambiental? De que forma estes valores serão incorporados pela sociedade?

O que você acha destes princípios?

Você acredita que eles são contemplados nos programas de EA? *(Delve sua reflexão!)*

Qual seria o papel de um campus como o da USP-RP na Educação Ambiental?

Você acredita que o campus tem um papel?

Você conhece alguma atividade de EA que é desenvolvida aqui no campus?

**Converse com a gente!**

Conte-nos sua opinião e o que vocês conhecem sobre programas de EA aqui na USP-RP!



Outra publicação de destaque foi a do evento relacionado ao GreenMetric organizado pela USP nos anos de 2017 e 2018. Intitulado *National Workshop on UI GreenMetric for Universities in Brazil*, o evento em suas primeiras edições procurou incentivar uma maior participação de universidades latino americanas no UI GreenMetric mostrando grande potencial como fórum de troca de experiências e aprendizado coletivo. O evento continua a ocorrer anualmente mostrando seu potencial na troca de experiências. As estagiárias organizaram uma sinopse a respeito do workshop no ano de 2017 e também realizaram e disponibilizaram uma entrevista com uma participante do evento.

Figura 5. Recorte de texto com entrevista a uma participante do evento GreenMetric 2017 na USP.



O **GreenMetric** foi criado em 2010 pela Universidade da Indonésia, com o intuito de gerar parâmetros de Sustentabilidade para Universidades no mundo todo. Desde então, um ranking é formulado e publicado a cada ano.

O workshop técnico nacional brasileiro da UI GreenMetric foi realizado no dia 28 de outubro de 2017, na Cidade Universitária Armando de Salles Oliveira da Universidade de São Paulo (USP).

A oficina foi aberta pela Prof. Patricia Iglecias, Superintendente de Gestão Ambiental da Universidade e o Vice-Diretor do Instituto de Energia e Ambiente, Prof. Ildo Luis Sauer. O evento contou com a participação de 37 representantes de 22 universidades. Algumas questões discutidas foram como está sendo desenvolvido o atual "UI GreenMetric Ranking" e a apresentação de Indicadores e dados submetidos à este ranking.

Durante o evento algumas universidades do país, como a USP, PUC, UFPA, MACKENZIE, UFSC, UFPR e UEL, apresentaram uma sessão de painéis sobre suas experiências sustentáveis nos campi. No final da sessão, ocorreu uma discussão aberta sobre as atividades prioritárias temáticas da Rede Nacional do Brasil GreenMetric. **As apresentações e discussões de resultados mostram o interesse das universidades brasileiras em buscar a sustentabilidade nos campi.**

Para ilustrar melhor como foi o UI GreenMetric em São Paulo, veja a entrevista feita com a aluna Juliana Takata Toshie da USP que esteve presente no evento:

**O objetivo do Green Metric é auxiliar a aplicação de mudanças concretas dentro das instituições por meio de um ranking anual, o que você acha desse objetivo? Está sendo atingido?**

A proposta é interessante e importante. Como uma forma de medir, o fato de mostrar resultados concretos pode incentivar mais universidades a se aderir. Isso implica em agir, com pequenas ou grandes ações. Talvez falta maior divulgação, visto que muitas universidades brasileiras não estão no ranking, inclusive algumas que participaram com palestras no evento.

**O que você achou das palestras sobre a experiência no âmbito da sustentabilidade? Qual palestra você mais gostou? Por quê?**

No geral, todas as palestras foram satisfatórias. Palestra sobre a USP, mostrando todos os campus, história da USP recicla, SGA, importância das canecas distribuídas, entre outros. Palestra da Universidade Federal de Lavras fazendo jus ao primeiro lugar brasileiro no ranking, é impressionante como eles conseguem fazer muitas medidas relacionadas à sustentabilidade. O interessante também foi traçar o que eles ainda faltam fazer, não mostrando somente o lado bom. A Universidade Estadual de Londrina também, com o ReciclaUEL, mesmo com muitos problemas financeiros, consegue se dedicar em medidas de diminuição de resíduos do campus, além de medidas que se estendem à universidade, me chamou atenção os working group que podem ter até treinamentos para quem faz parte, que também atende fora da universidade.

**O que você achou das atividades temáticas prioritárias do GreenMetric Brasil? Essas atividades são eficazes?**

As atividades relacionadas ao GreenMetric tentam ser abrangentes, e de modo geral, são pertinentes. Entretanto, há lacunas, não que isso seja totalmente negativo, pois faz parte de um processo. É difícil preencher todas as lacunas visto que envolve locais diferentes com culturas diversas, entre outros fatores. Com o tempo, imagina-se que as métricas vão se afinando, frente à diversidade de aspectos de diferentes universidades poderiam apontar.

**O que você achou da adesão e participação dos alunos neste evento?**

Na minha opinião houve pouca adesão por parte dos alunos, talvez necessite de maior divulgação.



TEXTO ELABORADO POR: ANNE FREITAS

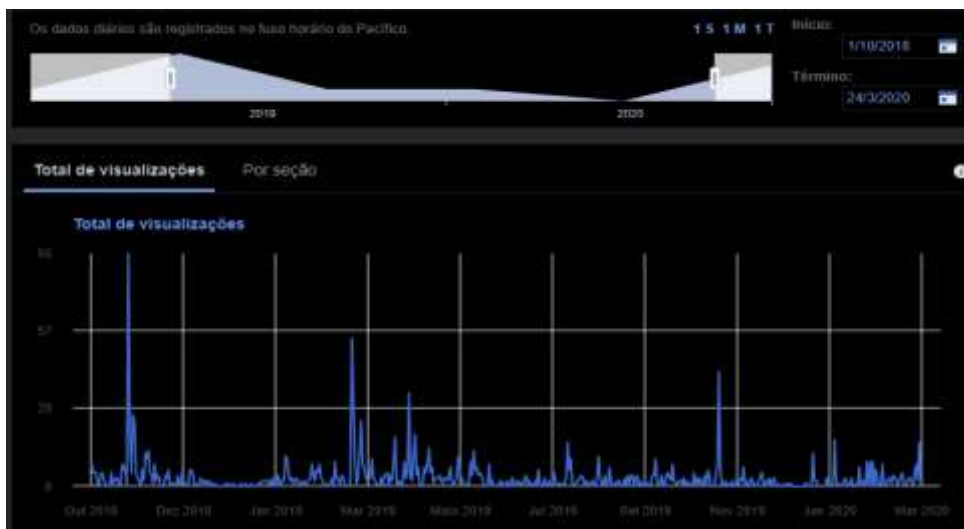
## **Divulgação Facebook**

Contando com projeto de bolsista do PUB-USP que tem como foco as divulgações da página “SGA Superintendência de Gestão Ambiental - USP Ribeirão Preto” do Facebook, a metodologia utilizada é baseada em uma busca por notícias e reportagens que entram na questão sobre meio ambiente, sustentabilidade, Educação Ambiental e afins. A busca por palavras-chave como “meio ambiente”, “sustentabilidade”, “poluição”, “USP”, “Ribeirão Preto” ajudam na busca por notícias nessa mídia social . Além disso, também são elaborados posts e textos a respeito das datas Comemorativas do Ministério do Meio Ambiente (disponibilizadas no site: <https://mma.gov.br/comunicacao/datas-comemorativas>), a fim de explicar a importância da referida data no campo ambiental. Outros posts são elaborados e publicados para divulgar ações e projetos que estão sendo realizados no próprio *Campus*, como por exemplo, pelas unidades, colegiados, programas, entre outros. Tratando-se de atividades desenvolvidas pela SGA, são elaborados artes e textos discutidos em equipe buscando também a própria formação em sustentabilidade.

A página do Facebook em questão conta com 1908 pessoas que curtiram e 1925 pessoas que seguem a página (dados de 24 de março de 2020). As publicações são feitas geralmente as segundas, quartas e sextas-feiras e o objetivo é alcançar o maior número de pessoas, tentando levar notícias sobre os assuntos de interesse além de divulgar ao maior número possível de pessoas os projetos e entidades da USP em Ribeirão Preto que desenvolvem atividades sobre a temática proposta pela página.

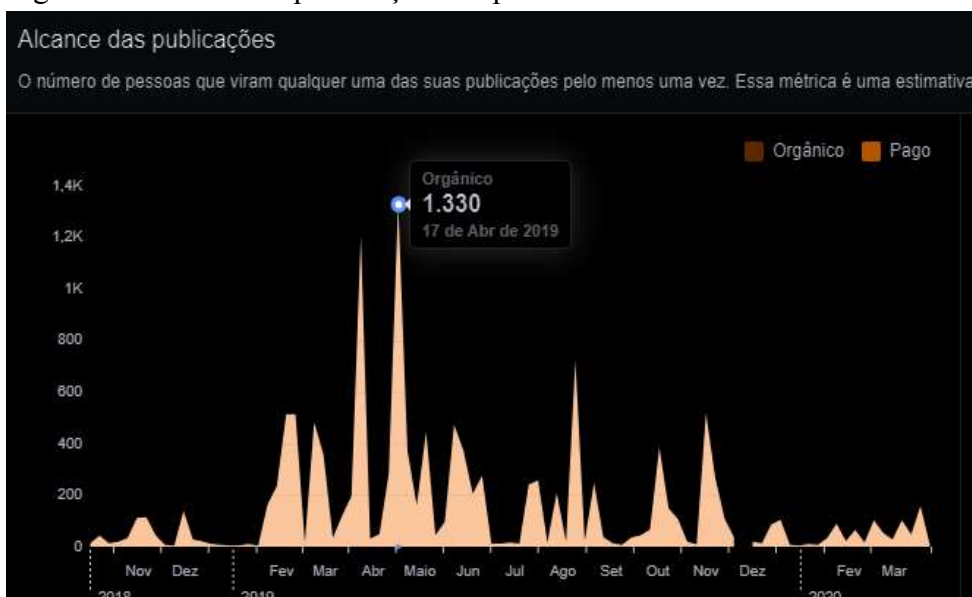
Os dados obtidos a partir do próprio Facebook ajudam no desenvolvimento e administração da página. Em 7 de Outubro de 2018, a página contava com 1477 curtidas e houve um crescente número de curtidas com o passar do tempo, somando 431 até última consulta (março de 2020). Sobre o número de visualizações diárias na página, desde Outubro de 2018 até Março de 2020 este número variou de 0 até 85, mostrando temas com mais aderência de público e outros com menos capacidade de apreensão dos seguidores (Figura 6).

Figura 6. Número de visualizações diárias da página no período de 01/10/2018 a 24/03/2020.



O alcance das publicações na página em 1 de Outubro de 2018 era de 11 pessoas. Algumas publicações ao longo de tempo, geraram um pico de visualizações maior, como em 17 de Abril de 2019, com um alcance orgânico de 1330 pessoas (Figura 6), onde o post continha informações sobre o evento “Mind the Gap: Desigualdade de Gênero e Mercado de Trabalho”, que ocorreu no IEA-RP e foi um dos eventos da “Agenda ODS” organizado pela SGA e parceiros. Em 1 de Outubro, o número de seguidores da página era de 1458 tendo crescido em 467 até dia 24 de Março de 2020, mostrando que os resultados obtidos nesse período de tempo e o crescimento de seguidores da página ampliaram o interesse no debate sobre a sustentabilidade no contexto analisado (figura 7).

Figura 7. Alcance das publicações no período de 01/10/2018 a 24/03/2020.



## Considerações Finais

Tendo em vista duas das dimensões aqui tratadas, onde o instrumento foi a contemplação de um ou mais ODS em cada unidade de análise, como na formação socioambiental e em atividades de extensão, obteve-se um panorama geral da abordagem dos ODS na USP em Ribeirão Preto e verificou-se que alguns não foram tratados ou foram pouco trabalhados nessas dimensões, sendo eles: 1, 5, 7, 8, 9 e 17. Os ODS 1 e 5 foram os menos considerados e possuem uma mesma particularidade: são assuntos primordialmente sociais. Como são assuntos de extrema importância, sugere-se que sejam abordados de forma mais contundente nas dimensões tratadas, a fim de ampliar ainda mais as discussões relativas à Agenda 2030 na Universidade. Nesse sentido, os ODS 7, 8, 9 e 17 que foram pouco abordados nos cenários em questão, também devem ser objetos centrais nas atividades desenvolvidas.

Sob o viés da Educação Ambiental, considerando as dimensões de produção de conhecimento e difusão de informações no *Campus*, três objetos de análise foram considerados: material produzido na Universidade a partir das teses e dissertações; publicações e o alcance da página da SGA-RP no Facebook; produções resultantes de estágios na SGA-RP considerando o site “Ambiente em Foco”. A partir da análise das teses e dissertações originadas de Programas de Pós-graduação da USP em Ribeirão Preto, notou-se uma escassez de assuntos relacionados à Educação Ambiental e Educomunicação no recorte temporal analisado. Por se tratarem de assuntos potencialmente transversais a diversas áreas de estudo, acredita-se que seja possível incrementar a ocorrência dos mesmos e sugere-se o preenchimento dessas lacunas visando aumentar a gama de produções com esses assuntos. No âmbito da difusão de informações foram analisados dois objetos que possuem como meio comum a plataforma virtual, as postagens de Facebook e as matérias produzidas em estágios curriculares para o site “Ambiente em Foco”, entendendo que a propagação de conteúdos voltados aos ODS e relacionados à Educação Ambiental por meio da internet tem um potencial muito grande devido à ampla gama de públicos que se pode atingir dessa forma. Por isso, enseja-se a continuidade dessas atividades.

Considera-se, por fim, que os dados levantados e discutidos neste capítulo revelam algumas características pertinentes ao entendimento da universidade como laboratórios vivos para a sustentabilidade com foco no ODS 4, com ênfase na educação de qualidade sem deixar ninguém para trás. Entende-se que os espaços formais e não formais de ensino que a USP oportuniza, mesmo aqueles espaços e atividades que não foram tratados neste levantamento, favorecem com que o processo de tomada de consciência e produção de conhecimento – com viés à sustentabilidade em suas dimensões ambiental, social e econômica – seja tão importante quanto o resultado final das atividades consideradas. Revelam uma formação contínua, permanente e transversal com e por todos aqueles que participam de diferentes formas da educação cidadã no *Campus* da USP em Ribeirão Preto.

O debate sobre a sustentabilidade, de diferentes formas e cada vez mais ampliada, insere-se no contexto das IES, que detém papel central na formação de novas lideranças e uma perspectiva modelar perante a sociedade. A universidade, em especial a pública e gratuita como no caso descrito, exerce um papel importante para projetos e ações alinhadas à promoção do desenvolvimento sustentável, ocupando um lugar de notoriedade não somente na educação de qualidade e no desenvolvimento da pesquisa

científica, mas também como um laboratório local e vivo que pode auxiliar o desenvolvimento de políticas públicas ambientais.

## Agradecimentos

Agradecemos toda a equipe envolvida nas atividades desenvolvidas pela SGA no *Campus* de Ribeirão Preto: discentes estagiários, servidores técnicos e administrativos e docentes, sem os quais não seria possível a elaboração deste capítulo.

## Referências

- AGENDA 2030. **O que é a Agenda 2030?** Disponível em: <http://www.agenda2030.org.br>
- EEFERP. Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto. Projeto Político Pedagógico. Disponível em: <<http://www.eeferp.usp.br/>>. Acesso em: 30 nov. 2019.
- EERP. Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto. Projeto Político Pedagógico. Disponível em: <<http://www.eerp.usp.br/>>. Acesso em: 30 nov. 2019.
- EVANS, J.; KARVONE, A. **Living Laboratories for Sustainability: Exploring the Politics and Epistemology of Urban Transition**. In: Bulkeley, H.; Broto, V.C.; Hodson, M.; Marvin, S. (eds). *Cities and Low Carbon Transitions*. London: Routledge, 2011.
- FCRP. Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto. Projeto Político Pedagógico. Disponível em: <<http://fcfrp.usp.br/>>. Acesso em: 30 nov. 2019.
- FDRP. Faculdade de Direito de Ribeirão Preto. Projeto Político Pedagógico. Disponível em: <<http://www.direitorp.usp.br/>>. Acesso em: 30 nov. 2019
- FEARP. Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto. Projeto Político Pedagógico. <<http://fearp.usp.br/pt-br/>>. Acesso em: 30 nov. 2019.
- FFCLRP. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto. Projeto Político Pedagógico. Disponível em: <<https://www.ffclrp.usp.br/>>. Acesso em: 30 nov. 2019.
- FORP. Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto. Projeto Político Pedagógico. Disponível em: <<http://www.forp.usp.br/>>. Acesso em: 30 nov. 2019.
- FMRP. Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto. Projeto Político Pedagógico. Disponível em: <<https://www.fmrp.usp.br/pb/>>. Acesso em: 30 nov. 2019.
- Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=321>
- LEMOS, P. F. I.; FERNANDEZ, F. R. B.; GOMES, T. M.; MULFART, R. C. K. **Sustentabilidade na USP**. São Paulo: SGA/USP. Disponível em: <http://www.livrosabertos.sibi.usp.br/portaldelivrosUSP/catalog/book/334>
- MANDAI, S. S.; BRANDO, F. R. **Living Labs for Sustainability**. Encyclopedia of Sustainability in Higher Education. Springer International Publishing, 2019, v. , p. 1-8.
- MEZIROU, J. *Transformative dimensions of adult learning*. 1ª Ed.: Jossey-Bass, 1991.
- SATO, M. **Educação Ambiental**. São Carlos: RiMa, 2003.
- SIPOS, Y.; BATTISTI, B.; GRIMM, K. Achieving transformative sustainability learning: engaging head, hands and heart. **International Journal of Sustainability in Higher Education**, 2008.
- USP, 2018. RESOLUÇÃO Nº 7465, DE 11 DE JANEIRO DE 2018. Disponível em: <http://www.leginf.usp.br/?resolucao=resolucao-no-7465-de-11-de-janeiro-de-2018>

The background of the page is a detailed map of the Unicamp campus. A prominent feature is a circular area with radial lines extending from its center, likely representing a central plaza or a specific campus layout. The map shows various buildings, roads, and green spaces. At the bottom left, there is a legend with three entries: a solid line for 'RUA COMPLETA', a hatched area for 'ÁREA DE INTERESSE', and a dashed line for 'CAMINHO PROPOSTO'.

## Capítulo 3

# Unicamp e ODS: uma integração através do planejamento urbano

Thalita dos Santos Dalbello  
Gabriela Marques Romero



Thalita dos Santos Dalbelo

Arquiteta Urbanista, teve formação voltada para a sustentabilidade. Durante o mestrado, em Engenharia Civil, com ênfase em Arquitetura e Construção, pesquisou a sustentabilidade nos edifícios industriais através da ecologia e da simbiose industrial. Ampliando a abrangência da sustentabilidade, desenvolveu sua tese de Doutorado em Arquitetura, Tecnologia e Cidade em autopoiese urbana, um processo de interação entre sistemas urbanos que garante a resiliência e soluciona as perturbações, mantendo a identidade da cidade. Todos esses estudos estão vinculados à Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas. Atualmente, atua como pesquisadora no Laboratório de Redes Técnicas e Sustentabilidade Socioambiental - Fluxus -, na área temática de Ecologia Industrial e Metabolismo Urbano. Como urbanista, coordena o desenvolvimento do Plano Diretor Integrado da Universidade Estadual de Campinas. Tem experiência na área de Planejamento Urbano, com ênfase em Sustentabilidade, atuando principalmente nos seguintes temas: indicadores de sustentabilidade, desenvolvimento urbano sustentável, simbiose industrial, metabolismo urbano



Gabriela Marques Romero

Graduada em Engenharia Civil pela Universidade São Francisco, atua no planejamento e gerenciamento de projetos há mais de 20 anos. Iniciou as atividades de engenheira em empresa privada, integrou o grupo de assessoria na Secretaria de Planejamento da Prefeitura do Município de São Paulo e atualmente trabalha no Plano Diretor da Universidade Estadual de Campinas. Participa do desenvolvimento do Plano Diretor Integrado, do levantamento e acompanhamento de indicadores de sustentabilidade do *campus* e do desenvolvimento e implantação de projetos de infraestrutura e ambientais na universidade.

## Introdução

As universidades, como espaços de produção do saber, são centros de formação de futuros profissionais tomadores de decisões sociais, políticas, econômicas e ambientais, que podem estar embasadas no desenvolvimento sustentável (Lozano, 2007). A aplicação da sustentabilidade nas instalações de seus campi é uma forma de incluir a produção do conhecimento e das tecnologias através da promoção da cultura do desenvolvimento sustentável. Considerando os campi universitários como um locus urbano ou mesmo um microcosmo da sociedade, a mudança que começa no planejamento urbano de uma universidade configura-se como oportunidade de replicação em uma cidade (Alshuwaikhat e Abubakar, 2008; Finlay e Massey, 2002; Cortese, 2003; Lipschutz, Wit e Lehman, 2017).

As preocupações com o ordenamento dos espaços urbanos surgiram nas cidades, industriais (Pereira e Dalbelo, 2018) e são refletidas nas diversas formas de gestão e planejamento urbano, como através de planos diretores territoriais. Apesar de proporcionamente menores do que as cidades em que estão instalados, a elaboração de um planejamento urbano específico para *campus* universitário faz-se necessária devido ao particular caráter institucional de uso e ocupação do solo, ainda mais quando se entende os campi universitários como extensões das cidades.

A Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), como agente social, adota o cenário sustentável de modelo de desenvolvimento e está desenvolvendo o Plano Diretor Integrado (PD-Integrado), planejamento urbano que inclui a sustentabilidade em todas as etapas: planejamento, projetos e validações. O objetivo do plano é integrar a gestão da Unicamp como universidade sustentável ao uso e à ocupação do seu território. Essa integração tem como premissa o atendimento aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e envolve a participação de todos os atores sociais da universidade e do seu entorno.

O PD-Integrado, indica diretrizes voltadas à sustentabilidade, considerando as vocações das áreas já urbanizadas da Unicamp e definindo as vocações das novas áreas, de forma alinhada aos ODS. A elaboração do PD-Integrado ocorre com a colaboração comunidade universitária através de oficinas para construção do panorama atual; dos cenários futuros desejados; das diretrizes e projetos para alcançá-los e dos indicadores, responsáveis pelo monitoramento desses cenários.

O objetivo desse capítulo é relatar o processo de desenvolvimento do PD-Integrado, sua metodologia, o envolvimento da comunidade acadêmica, as diretrizes e os projetos urbanos correlatos, bem como os indicadores usados para gestão e monitoramento. A Unicamp, como estudo de caso para a implantação de um plano diretor urbano para uma universidade sustentável, pode representar um modelo a ser seguido por outras universidades brasileiras que estão em busca da sustentabilidade em seus campi.

## Princípios norteadores

O PD-Integrado está baseado nos princípios norteadores que regem a universidade: os objetivos do Planejamento Estratégico da Administração da Unicamp 2016-2020 (Planes); e em conceitos universalizados: a sustentabilidade urbana, a universidade sustentável e o laboratório vivo, com o objetivo de organizar a ocupação do território e sistematizar o desenvolvimento do espaço para alcançar o melhor aproveitamento em termos sociais, políticos, ambientais e econômicos da Unicamp.



- Objetivos estratégicos do Planes

O Planes define como missão da Universidade “criar e disseminar o conhecimento científico, tecnológico, cultural e artístico em todos os campos do saber por meio do ensino, da pesquisa e da extensão. Formar profissionais capazes de inovar e buscar soluções aos desafios da sociedade contemporânea com vistas ao exercício pleno da cidadania”<sup>1</sup>. Além disso, estabelece seus objetivos estratégicos que criam as condições necessárias para integrar as dimensões técnicas do planejamento com a esfera política da administração.

No que tange aos Objetivos Estratégicos, o Planes tem como fio condutor quatro pilares: tornar a Universidade digital; ampliar os princípios da sustentabilidade de maneira ampla; aprimorar a gestão dos processos internos e aumentar a transparência administrativa. A implementação desses pilares favorecerá o alcance dos objetivos traçados e o PD-Integrado está associado aos quatro objetivos estratégicos.

- Sustentabilidade Urbana

Em 2015, mesmo ano em que as metas de desenvolvimento sustentável da Rio+20 entraram em vigor, ocorreu nova reunião de líderes mundiais em Nova York, a Cúpula de Desenvolvimento Sustentável. Nessa reunião foi definida uma nova agenda para finalizar o trabalho dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM) e lançar os novos dezessete Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) no documento “Agenda 2030” (UN-HABITAT, 2016b). Os ODS configuram-se como o plano para alcançar um mundo melhor e mais sustentável que aborda os desafios ainda restantes após o cumprimento dos ODM, iniciando com o fim da pobreza, passando pela desigualdade, mudança climática, degradação ambiental e culminando em paz e justiça para todos.

Os ODS foram concebidos para serem alcançados de forma coletiva, com cooperação entre todos os países. Eles estão interligados e formam um conjunto de 169 metas que devem ser atingidas até 2030. O ODS 1 visa a erradicação da pobreza, com acesso aos serviços essenciais básicos – água, energia, saúde, assistência social e educação –, às tecnologias e à inclusão social. Ele é o primeiro dos objetivos porque sem ele, pressupõe-se que não é possível alcançar os demais. O ODS 2 busca a fome zero, através de acesso mundial a alimentos nutritivos e seguros, produção alimentar sustentável e agricultura local. O ODS 3 é o que promove a boa saúde e bem-estar para todos, com acesso aos serviços básicos, segurança, esportes e programas sociais. O ODS 4 visa a educação de qualidade, com escolas sustentáveis, ensino sobre sustentabilidade e escolas inclusivas. O ODS 5 busca a igualdade de gênero através do empoderamento e de rede de assistência às mulheres. O ODS 6 é direcionado ao direito à água limpa e ao saneamento através da garantia da água potável e da gestão de resíduos. O ODS 7 visa o acesso às diferentes fontes de energia, principalmente as renováveis, eficientes e não poluentes. O ODS 8 busca o acesso ao emprego digno e ao crescimento econômico a todas as pessoas, através de produção e consumo sustentáveis e incentivo às estratégias de desenvolvimento econômico. O ODS 9 mira a promoção de infraestrutura necessária para conexão globalizada; transporte, saneamento, energia, comunicação e informação sustentáveis; indústrias inclusivas, eficientes e menos poluentes; eficiência no uso de recursos e infraestruturas resilientes. O ODS 10 busca a redução das desigualdades de renda,

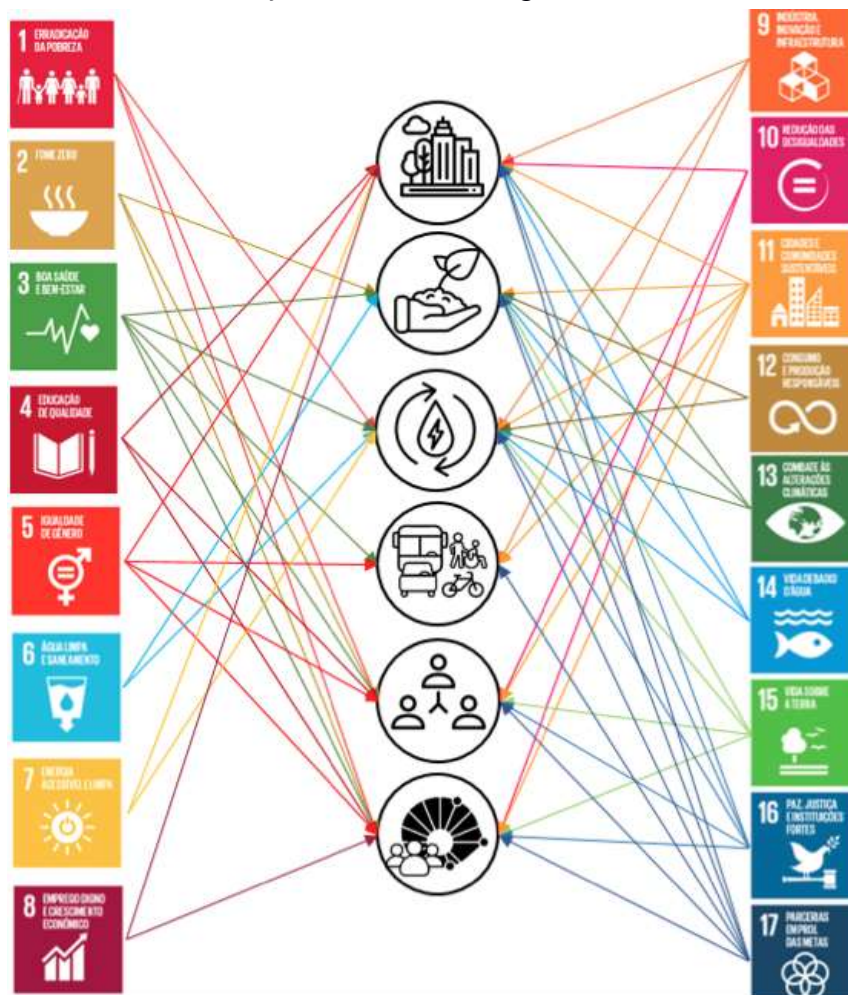
---

<sup>1</sup> <http://www.unicamp.br/unicamp/ju/650/planejamento-estrategico-da-unicamp-2016-2020>

patrimônio, moradia e participação nas decisões políticas. O ODS 11 objetiva a promoção da qualidade de vida dos habitantes urbanos, com planejamento e desenvolvimento urbano sustentável nos aspectos econômico, físico e social. O ODS 12 visa a produção e o consumo sustentáveis, com inovação industrial e economia circular. O ODS 13 busca a prevenção aos desastres naturais e a redução de emissão de gases de efeito estufa através da conservação e manejo florestal sustentável e monitoramento das emissões. O ODS 14 visa a redução do lançamento de efluentes, de resíduos industriais e sólidos nas redes pluviais e fluviais. O ODS 15 está relacionado à preservação dos ecossistemas terrestres, das florestas e da biodiversidade através da promoção da mudança de comportamento, do equilíbrio ambiental e do bem-estar social. O ODS 16 busca a melhoria da segurança pública, o aumento da responsabilidade e da igualdade social e a transparência e o combate à corrupção. E, para finalizar, o ODS 17 visa a implementação total da Agenda 2030, com fortalecimento das alianças locais através de organizações e movimentos sociais, gestão de recursos e de pessoas, incentivo às parcerias público e privadas e à colaboração entre governo, instituição e empresas. A

Figura 1 mostra as relações estabelecidas entre as áreas de planejamento do PD-Integrado da Unicamp e os dezesseze ODS.

Figura 1 – ODSs e as interações com o PD-Integrado



Fonte: Plano Diretor Integrado da Unicamp, 2019

A Conferência Mundial Habitat-III, que ocorreu em Quito, em outubro de 2016, declara como direito humano o direito à cidade e estabelece uma Nova Agenda Urbana, que apresenta elementos essenciais à criação de um padrão de desenvolvimento sustentável urbano para um novo modelo de cidade. Seu território compreende as áreas urbanas, periurbanas e rurais, e a igualdade deve ser integrada à questão da justiça social. Existe também o reconhecimento da cultura no empoderamento do desenvolvimento sustentável pelos cidadãos, contribuindo com a criação de novos padrões de produção e de consumo sustentáveis e uso responsável dos recursos (UN-HABITAT, 2016a).

A Habitat-III reconheceu a importância do planejamento e do desenho urbano para estabelecer uma provisão adequada de bens comuns, incluindo ruas e espaços abertos, em um padrão eficiente de construções, e criou um tema na Nova Agenda Urbana chamado “Prosperidade e oportunidades urbanas inclusivas e sustentáveis para todos”, que inclui:

Comprometemo-nos a promover o desenvolvimento de estratégias espaciais urbanas, incluindo instrumentos de planejamento e desenho urbanos que apoiem a gestão e a utilização sustentáveis dos recursos naturais e do solo, compactidade e densidade adequadas, policentrismo e usos mistos, por meio de estratégias de ocupação de vazios urbanos ou de expansões urbanas planejadas, conforme o caso, para desencadear economias de escala e de aglomeração, fortalecer a planificação do sistema de abastecimento alimentar, aumentar a eficiência dos recursos, a resiliência urbana e a sustentabilidade ambiental (UN-HABITAT, 2016a, p. 18).

Além disso, são colocados itens referentes à necessidade de integração de serviços, infraestrutura e territórios urbanos e rurais, a fim de promover maior igualdade social, eficiência de serviços e utilização sustentável dos recursos naturais. Essas diretrizes incluem: compactidade, uso misto, integração de modais de transporte e uso de plataformas e ferramentas digitais.

A Nova Agenda Urbana assume “[...] integralmente os compromissos adotados durante o ano de 2015, em particular a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, incluindo os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável” (UN-HABITAT, 2016a, p. 3) e coloca que sua implementação deve contribuir

[...] para a implementação e localização da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável de maneira integrada, e para a consecução dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e suas metas, inclusive o ODS 11 para tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis (UN-HABITAT, 2016a, p. 4).

O ODS 11 – cidades e comunidades sustentáveis – enfatiza a urbanização e reconhece que as cidades conectam todos os outros objetivos (2016b). Considerando que a população urbana do planeta representará 70% da população mundial até 2050 (UN, 2018a), para o planejamento e o desenho urbano, o ODS 11 também não se basta. É preciso integrar e interconectar todos os ODSs, pois é no território urbano que devem ocorrer todas as transformações para o desenvolvimento sustentável. Nessa linha de

pensamento, existem diversas publicações sobre como devem ser pensados o ODS de forma local, no ambiente urbano. O relatório “*Local Implementation of the SDGs & the New Urban Agenda: towards a swedish national urban policy*” (FABRE, 2017) indica a necessidade de integrar as diversas agendas para o desenvolvimento sustentável e implementar metodologias de ação e de monitoramento para fazer cumprir os ODS.

A publicação brasileira sobre a implementação dos ODS a nível local é o *Guia para Integração dos ODSs nos Municípios Brasileiros* (CNM, 2017). Nele são estabelecidas formas de aplicação e monitoramento de cada um dos ODS no planejamento urbano, que no caso da Unicamp, remetem às seis Áreas de Planejamento do PD-Integrado.

Apesar da série de publicações e do compromisso firmado de cumprir a Agenda 2030, poucos estão sendo os avanços em relação aos ODSs. No meio urbano, as iniciativas continuam sendo pontuais e, na maioria das vezes, em regiões privilegiadas.

Em 2018, foi lançado o primeiro relatório de acompanhamento dos ODS. Ele indica que as situações de conflito e a mudança climática são os principais fatores para o aumento do número de pessoas subalimentadas ou desnutridas e refugiadas, além de diminuir o acesso aos serviços básicos de saneamento, água potável e saúde. Ao mesmo tempo, o relatório indica que houve melhoria na qualidade de vida da população em geral nos últimos dez anos, com redução da taxa de mortalidade infantil e aumento do acesso à eletricidade (UNITED NATIONS, 2018a).

No Fórum Político de Alto Nível que ocorreu em Nova York, em 2018, foi discutida a área temática de “Transformação para sociedades sustentáveis e resilientes”, com a concentração no grupo de indicadores para os ODSs 6, 7, 11, 12, 15 e 17. Um dos resultados desse fórum foi a publicação do Relatório Síntese do ODS 11, “*Tracking progress towards inclusive, safe, resilient and sustainable cities and human settlements*”, que descreve o progresso da comunidade em direção a implementação da Nova Agenda Urbana e seus desafios.

Nesse relatório há ênfase na valorização da urbanização sustentável como facilitadora do alcance aos ODS, pois considera-se que o processo da urbanização é incontrollável e, por isso, as áreas urbanas tornam-se cada vez mais críticas em termos do alcance dos ODS e das metas sociais, econômicas e ambientais da Nova Agenda Urbana. O relatório analisa uma série de importantes desenvolvimentos relacionados à prevalência de favelas nas cidades, espaços abertos, transporte público, poluição do ar, participação cidadã e políticas públicas. Ele também examina os desafios do desenvolvimento de metodologias para indicadores do ODS 11 que estão começando a serem monitorados e para os quais existem parcerias da ONU com uma série de agências voltadas para o urbanismo sustentável (UN, 2018b).

O histórico das reuniões e metas internacionais sobre o desenvolvimento sustentável urbano começou com a preocupação estritamente ambiental: poluição atmosférica e degradação do meio ambiente. Atualmente, tem-se uma enorme gama de temas correlatos que variam desde economia, passando pelas questões sociais e culturais e pelas questões de infraestrutura. O urbano tem o potencial de progresso na criação de sociedades sustentáveis porque nele está a integração das questões econômicas, ecológicas, políticas e culturais. Por isso, torna-se cada vez mais urgente a implementação do planejamento, do desenho e das ações para a sustentabilidade urbana.

- Universidade Sustentável

As universidades são os centros de formação dos futuros tomadores de decisão para os setores sociais, políticos e econômicos (LOZANO, 2006). Nelas encontram-se as oportunidades de formação de profissionais e líderes pautados no desenvolvimento sustentável; de produção de conhecimento e tecnologias que visam ao desenvolvimento sustentável e de promoção de capacitação à comunidade, com disseminação do desenvolvimento sustentável. São as universidades que podem desenvolver a estrutura intelectual e conceitual para atingir o objetivo do desenvolvimento sustentável (CORTESE, 1992).

A Unicamp está em busca da sustentabilidade em seus campi. Oficialmente, nos anos 2000 começaram as primeiras reuniões sobre a necessidade da criação de uma política ambiental, que, em um primeiro momento, foi representada pelo Grupo Gestor de Resíduos, junto à Coordenadoria Geral da Unicamp (CGU), criado através da Resolução GR-94/2003. A Política Ambiental para a Unicamp foi institucionalizada em novembro de 2010, através da Deliberação CONSU 533/2010, a partir do Grupo Gestor Ambiental/CGU e assume o compromisso com a qualidade ambiental e com o desenvolvimento de atividades voltadas à conservação dos recursos naturais, à solução de impactos e ao bem-estar da comunidade.

Como evolução à Política Ambiental, a Unicamp criou o Sistema de Gestão Universidade Sustentável para desenvolver uma Política Universidade Sustentável, que culminou na criação do Grupo Gestor Universidade Sustentável (GGUS) através da Resolução 41/2014. O GGUS tem a missão de construir, desenvolver e implementar políticas, diretrizes e normatizações para a Unicamp, fundamentada na melhoria contínua e no desempenho ambiental, econômico e social.

No GGUS estão as Câmaras Técnicas de Gestão (CTG): Energia, Recursos Hídricos, Resíduos, Fauna e Flora, Educação Ambiental e *Campus* Inteligente. As CTG são grupos de trabalhos formados por docentes e funcionários colaboradores com conhecimento nos temas específicos e tem o objetivo de elaborar planos de gestão que atendam às necessidades da Unicamp em suas respectivas temáticas, além de analisar relatórios e emitir pareceres técnicos.

A Unicamp está inscrita na Rede Internacional de *Campus* Sustentável (ISCN) desde abril de 2015. Essa rede estabelece três princípios que devem ser seguidos pelos seus membros:

- demonstrar respeito pela natureza e sociedade: as considerações de sustentabilidade devem ser uma parte integrante do planejamento, construção, reforma e operação de edifícios no *campus*;

- para garantir desenvolvimento sustentável de longo prazo para o *campus*, o planejamento estratégico, plano diretor, objetivos e metas devem incluir metas ambientais e sociais;

- para alinhar a missão principal da instituição com o desenvolvimento sustentável, instalações, pesquisa e ensino devem estar interligados como um “laboratório vivo” para a sustentabilidade.

O PD-Integrado reconhece o papel da Unicamp para o desempenho do desenvolvimento de tecnologias, estratégias, cidadãos e líderes necessários para a sustentabilidade. Assim, implementa os princípios do ISCN, define metas e publica o desempenho de suas ações regularmente. Nesse sentido, o levantamento e a avaliação da situação atual da Unicamp quanto à sustentabilidade caracterizam-se como instrumentos de gestão e melhoria contínua na transição para universidade sustentável.

Um dos instrumentos de avaliação da sustentabilidade de universidades é o ranqueamento. Nele são coletados indicadores de sustentabilidade integrados em um documento para avaliação e comparação com outras universidades. Esse processo envolve a participação de diferentes setores da universidade: infraestrutura, água, energia, mudanças climáticas, resíduos, transporte, educação, pesquisa e relações sociais.

A análise dos atuais sistemas de ranqueamento indicou que os sistemas de ranqueamento Sustainability Tracking, Assessment and Rating System (STARS), da Association for the Advancement of Sustainability in High Education (AASHE), e Universitas Indonesia GreenMetric (UIGM) possuem os indicadores mais voltados para universidades latino-americanas (GÓES, 2015). Com o objetivo de incluir a Unicamp nesses sistemas de ranqueamento, iniciando pelo UIGM, o Plano Diretor Integrado coordenou um Grupo de Trabalho para reunir os indicadores de sustentabilidade do *campus Zeferino Vaz*, principal *campus* da universidade, em suas seis categorias: paisagem e infraestrutura; energia e mudanças climáticas; resíduos; água; transporte e ensino e pesquisa. O resultado da primeira submissão da Unicamp, realizada em 2019, posicionou-a em 4º lugar entre as universidades nacionais participantes e em 80º lugar entre as 570 universidades participantes (UIGM, 2019).

- Laboratório vivo

O Plano Diretor Integrado da Unicamp propõe que os projetos urbanos resultantes de suas demandas sejam elaborados e desenvolvidos através de laboratórios vivos, com o objetivo de colocar em prática as diretrizes do PD-Integrado, como medidas necessárias para a transição para a sustentabilidade nos campi. Os laboratórios vivos são espaços físicos e institucionais para processos colaborativos que agem sobre desafios complexos do desenvolvimento sustentável e que possuem cunho social e tecnológico (KÖNIG, 2013; LOZANO, 2006; LUCCHESI e RUTKOWSKI, 2019).

Nos laboratórios vivos podem existir parcerias público-privadas em que empresas, poder público e comunidade local criam soluções através de inovação, as experimentam, validam; desenvolvem protótipos e as apresentam ao mercado. Esse é um processo co-criativo que permite a integração efetiva entre pesquisa e inovação em um espaço físico determinado com a colaboração de profissionais técnicos e acadêmicos e usuários do espaço.

O uso dos campi da universidade como laboratórios vivos apresenta-se como um nicho para a transição para a sustentabilidade e seu fortalecimento e prosperidade resultam na transformação do espaço da Unicamp e impulsionam a replicação de seus resultados. O objetivo principal de implementar os projetos de planejamento urbano como laboratórios vivos na Unicamp é transformar a comunidade local para a sustentabilidade e, através da sua consolidação, influenciar e divulgar as soluções para além dos campi, de modo a expandi-las.

## O Plano Diretor Integrado

A Unicamp, fundada em outubro de 1966, tem a missão de criar e disseminar o conhecimento em seus campos do saber. Atualmente, está estruturada em seis campi, com 2103 docentes ativos, 7471 funcionários ativos, 66 cursos de graduação, 159 de pós-graduação e 37927 alunos matriculados, entre graduandos e pós-graduandos. A Unicamp também possui 36 cursos técnicos de ensino médio (Unicamp, 2019).

A Unicamp reconhece sua importância como uma universidade pública na formação de profissionais capazes de resolver os desafios da sociedade contemporânea. Entre eles, o desenvolvimento sustentável é o prioritário e o que possibilita alcançar todos os demais. Nesse sentido, voltou-se para o alinhamento ao cenário global da sustentabilidade e comprometeu-se ao alcance dos ODS estabelecidos na Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas. Esse alinhamento, somado à complexidade estrutural da universidade, levou a criação da Diretoria Executiva de Planejamento Integrado (DEPI), através da Resolução GR 027/2017, com os objetivos:

- Detectar e integrar os diversos níveis de planejamento dos órgãos da universidade;

- Prospectar cenários sobre as formas de atuação da universidade no longo prazo (observando as tendências das melhores universidades do mundo, em consonância com a sociedade que a financia e os interesses do país) e oferecer ao Conselho Universitário (CONSU) possíveis cenários de atuação;

- Propor aos demais órgãos de planejamento da universidade e ao CONSU um Plano de Desenvolvimento que possa conduzi-la ao cenário mais próximo do desejado.

Um dos programas da DEPI é o PD-Integrado, que teve início em 2017 e trabalha com o planejamento urbano da universidade, reconhecendo a dinâmica e a complexidade do território ocupado, com o objetivo de responder aos problemas e estabelecer mecanismos de controle sobre o desenvolvimento territorial da maneira mais sustentável possível. O PD-Integrado tem a missão de integrar a gestão da Unicamp como universidade sustentável ao planejamento do seu uso e ocupação. Essa integração considera os ODS e envolve a participação de todos os atores sociais da Unicamp e seu entorno. Até 2019, apenas o *campus* Zeferino Vaz estava no planejamento do PD-Integrado. A partir de 2020, todos os demais campi serão contemplados.

O PD-Integrado está organizado em seis áreas de planejamento: 1. uso urbano e patrimônio, que define os setores de vocações e seus parâmetros de qualidade de ocupação, envolvendo a requalificação das áreas ocupadas e a expansão da Unicamp; 2. meio ambiente, que estabelece as diretrizes voltadas para a conexão das áreas verdes e a proteção e recuperação dos cursos hídricos; 3. infraestrutura urbana, que traz a eficiência - energia, água, resíduos e informação; 4. mobilidade e acessibilidade urbana, com diretrizes que estimulam o transporte coletivo e a redução do uso de automóveis, além da acessibilidade completa; 5. integração social, que apresenta diretrizes de valorização e expansão das práticas de vivência social segura e 6. universidade e sociedade, com o direcionamento voltado para integração com a comunidade externa. A

Figura 2 indica as áreas de planejamento e suas especificações.

Figura 2 – Áreas de Planejamento do PD-Integrado



Fonte: Plano Diretor Integrado da Unicamp, 2019

## Metodologia Plano Diretor Integrado da Unicamp

A metodologia de desenvolvimento do PD-Integrado baseou-se na colaboração da comunidade universitária através de grupos:

- Grupo de Colaboração Técnico: formado pelos órgãos responsáveis por planejamento, projeto, execução e manutenção civil da Unicamp – Coordenadoria de Projetos, Setores de Projetos da Área da Saúde, Divisão de Sistemas, Divisão de Manutenção, Divisão de Meio Ambiente, Centro de Computação, Prefeitura do *Campus*, Secretaria de Administração Regional e Secretaria de Vivência dos Campi, Unitransp – que tem como objetivo integrar o planejamento urbano do *campus* e colaborar no levantamento do panorama, do cenário futuro da universidade e das diretrizes para alcançá-lo.

- Grupo de Colaboração Conceitual: formado pelos professores da FEC-FAU/Unicamp, que tem como objetivo colaborar na integração de conceitos de planejamento urbano sustentável no Plano Diretor Integrado.

- Grupo de Colaboração Associado: formado pelas Câmaras Técnicas de Gestão do Grupo Gestor Universidade Sustentável – GGUS: Fauna e Flora, Resíduos, Recursos Hídricos, Energia, Educação Ambiental e *Campus* Inteligente. Alinhadas aos princípios do PD-Integrado, as CTGs colaboram e integram-no através dos seus respectivos planos de gestão, além de assessorias em questões técnicas para soluções de problemas urbanos visando à sustentabilidade e o atendimento às demandas de projetos urbanos, levantamentos e diagnósticos do PD-Integrado.

- Grupo de Colaboração Comunidade Local: formado pelos estudantes, professores, funcionários e usuários diários dos campi universitários. Esse grupo integra o plano diretor através das oficinas de participação e dos canais de comunicação: redes sociais, e-mails, página de internet e contatos pessoais.



A Figura 3 demonstra a estruturação das áreas de planejamento do PD-Integrado e a correlação com os grupos de colaboração que dão suporte contínuo a ele. O grupo de colaboração Comunidade Local atua em todas as esferas e com todos os grupos de colaboração do PD-Integrado.

Figura 3 – Estruturação do PD-Integrado e Grupos de Colaboração



Fonte: Plano Diretor Integrado da Unicamp, 2019

As contribuições de todos os grupos são realizadas em oficinas e suas informações são organizadas em quadros para serem desmembradas no documento do PD-Integrado. A metodologia estabelece o levantamento do seguinte fluxo:

- panorama atual de cada uma das áreas de planejamento considerando as potencialidades e fragilidades e os levantamentos técnicos existentes;
- cenários futuros desejados, com a visão idealizada para a universidade em termos de planejamento territorial sustentável;
- diretrizes, com orientações e normas a serem aplicadas institucionalmente para atingir os cenários desejados;
- projetos de cada área de planejamento, com as operações e ações, definição dos recursos e prazos necessários para execução.
- indicadores de sustentabilidade para os campi da Unicamp, para monitoramento de desempenho e acompanhamento dos resultados nos cenários desejados.

A definição do cenário que se deseja para o futuro da universidade leva ao desenho do plano diretor, com a delimitação de setores de vocações dos campi universitários e

seus parâmetros de qualidade de ocupação, envolvendo a requalificação das áreas ocupadas e a expansão da Unicamp no Hub Internacional de Desenvolvimento Sustentável.

Como continuação ao fluxo de desenvolvimento de um cenário desejado, foi estabelecido que cada Área de Planejamento do Plano Diretor Integrado é constituída por Projetos, com seus respectivos Subprojetos, que definem o conjunto de ações e instruções a serem seguidas atendendo à diretrizes estabelecidas, sempre alinhadas com os demais órgãos técnicos da Unicamp e voltadas para a sustentabilidade no meio urbano.

Os territórios dos campi e sua evolução são monitorados através de indicadores de desempenho, alinhados aos indicadores do processo de ranqueamento de universidades sustentáveis GreenMetric. A

Figura 4 representa o dinamismo dessa sequência.

Figura 4 – Fluxo de desenvolvimento do PD-Integrado



Fonte: Plano Diretor Integrado da Unicamp, 2019

Alguns dos subprojetos que já existem, estão sendo desenvolvidos por órgãos técnicos da Unicamp e integrados ao PD-Integrado através de suas diretrizes. Outros projetos de planejamento e infraestrutura urbana surgirão como demandas do próprio plano e serão desenvolvidos através de uma rede de colaboração com institutos e faculdades, formando laboratórios vivos, de acordo com as áreas de planejamento. Todos esses projetos devem passar pelo processo da cadeia de decisão, com a análise multicritério do Programa de Ações Imediatas da DEPI<sup>2</sup>.

A validação do PD-Integrado, após o fluxo de desenvolvimento, deve ser feita através de apresentação junto à Comissão de Planejamento Estratégico Institucional (COPEI) da Unicamp e ao Conselho Universitário. Após a primeira validação, o programa deve estar em constante atualização para que seja publicado a cada 10 anos. Já houve duas apresentações aprovadas na COPEI, em 2018 e em 2019, mas o PD-Integrado apresentado foi representativo apenas do *campus* Zeferino Vaz. A validação final ocorrerá ao final de 2020, quando todos os campi estiverem representados. Os projetos decorrentes do PD-Integrado possuem fluxo contínuo.

<sup>2</sup> <http://www.depi.unicamp.br/gestao-de-empreendimentos/>

## Diretrizes para cenários futuros

Após as oficinas realizadas entre todos os grupos de colaboração na elaboração do PD-integrado, foi possível chegar nas diretrizes para cada uma das áreas de planejamento. A partir das diretrizes, foram estabelecidos projetos estratégicos para as áreas.

### Uso urbano e patrimônio

#### Diretrizes:

- Estabelecer relação direta com os ODS 5, 10, 11 e 13;
- Promover:
  - sustentabilidade urbana;
  - funcionalidade e racionalidade no uso e na ocupação do ambiente urbano;
  - qualidade de vida dos usuários;
  - participação dos usuários no processo de tomada de decisões;
  - conservação do patrimônio construído;
  - desempenho da construção.

#### Projeto estratégico:

Elaborar a taxa de permeabilidade e de fruição pública e parâmetros de ocupação do território. A

Figura 5 mostra as áreas de vocação do *campus* Zeferino Vaz: centralidades acadêmica, tecnológica e administrativa, parque tecnológico, área da saúde, praças, áreas verdes que incluem áreas de preservação e reservas legais e a Fazenda Argentina. Cada uma dessas áreas possui diretrizes específicas de uso e ocupação, considerando as vocações, as características físico-espaciais consolidadas, incluindo a drenagem, as áreas verdes e a declividade do terreno, além do fluxo de pessoas, de forma a criar parâmetros de ocupação: taxas de fruição pública, permeabilidade, ocupação e gabaritos.

Figura 5 – Setorização do *campus* Zeferino Vaz de acordo com as vocações



Fonte: Plano Diretor Integrado da Unicamp, 2019

## Infraestrutura urbana

### Diretrizes:

- Estabelecer relação direta com ODS 6, 7, 9 e 13.
- Reduzir o consumo de água por unidade e monitorar a qualidade da água potável da concessionária local e dos poços artesianos;
- Tratar efluentes para secagem e recuperação do lodo para compostagem e para geração de biogás e biofertilizantes;
- Melhorar a eficiência da drenagem urbana através de separação, gerenciamento e reaproveitamento da água da chuva e das barragens com de captação da água de cobertura, reservatório de detenção, trincheira de infiltração, praça de água e jardim de chuva. A Figura 6 mostra a estudo para essa implementação no *campus* Zeferino Vaz.
- Promover a integração das soluções em smart cities para todos os campi, com gerenciamento e monitoramento de dispositivos e dados;
- Promover o uso consciente de energia elétrica, com racionalização da ocupação e da utilização de infraestrutura e o uso de fontes de energia renováveis;
- Intensificar o programa de reciclagem com reaproveitamento de resíduos urbanos e implementar o programa Lixo Zero;
- Reaproveitar resíduos de podas de árvores e de alimentos dos restaurantes universitários.

### Projeto Estratégico:

Implementar separação, gerenciamento e reaproveitamento da água da chuva e das barragens através de captação da água de cobertura, reservatório de detenção, trincheira de infiltração, praça de água e jardim de chuva.

## Meio Ambiente

### Diretrizes:

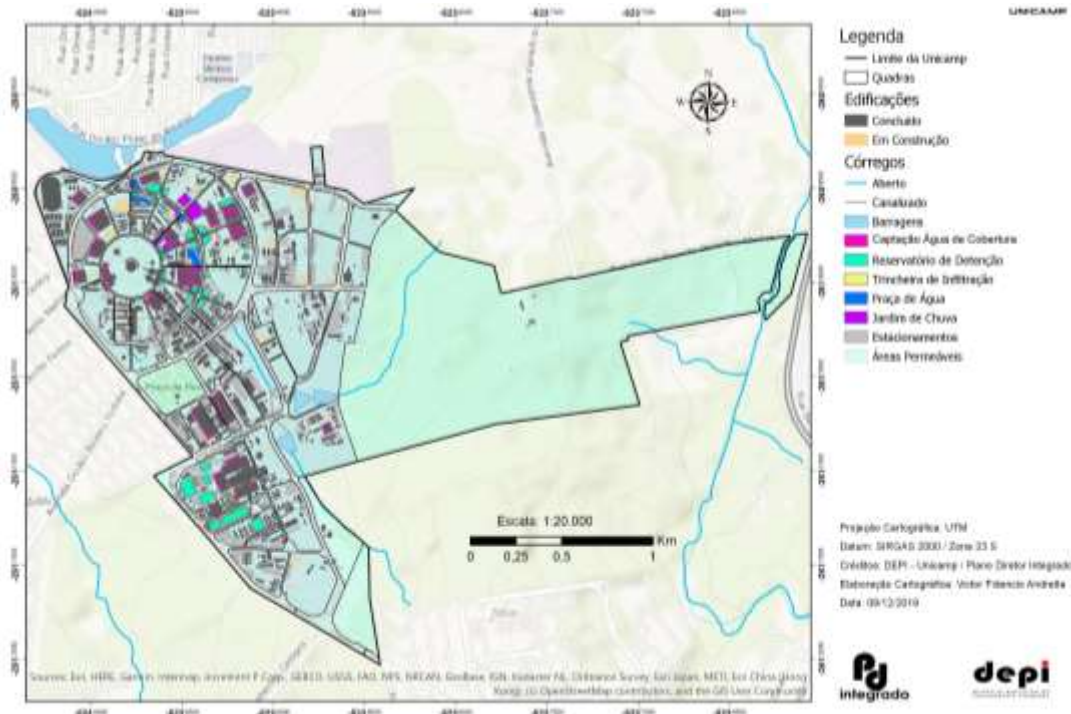
- Estabelecer relação direta com ODS 3, 13, 14 e 15;
- Conectar as áreas de preservação do *campus* entre si e entre os fragmentos de vegetação existentes externos ao *campus*, permitindo o fluxo gênico de fauna e flora;
- Proteger e recuperar os cursos hídricos e a biodiversidade;
- Promover a arborização urbana.

### Projeto estratégico:

- Desenvolver projeto de paisagismo para arborização do *campus* – praças, estacionamentos, percursos, canteiros centrais e recuperação de Áreas de Proteção Permanente (APP). A

Figura 7 mostra as áreas vegetadas do *campus* Zeferino Vaz, com gramíneas, forragens, jardins, APP, culturas agrícolas, polígonos de compensação ambiental e corredores ecológicos. Estes fazem parte de uma rede de corredores ecológicos da Região Metropolitana de Campinas com o objetivo de interligar áreas de vegetação nativa remanescente.

Figura 6 – Mapa de drenagem sustentável para o *campus* Zeferino Vaz



Fonte: Plano Diretor Integrado da Unicamp, 2019

Figura 7 – Mapa de áreas verdes do *campus* Zeferino Vaz



Fonte: Plano Diretor Integrado da Unicamp, 2019

## Mobilidade e acessibilidade urbana

### Diretrizes:

- Estabelecer relação direta com os ODS 3, 5, 11 e 13
- Estimular o uso do transporte coletivo, da mobilidade ativa através do aumento da quantidade e da qualidade dos veículos zero emissão de carbono, da infraestrutura para ciclistas e pedestres e da melhoria das experiências de caminhabilidade com ações de urbanismo tático e ruas completas, conforme -

### Figura 8;

- Diminuir as áreas de estacionamento;
- Integrar modais de transporte;
- Tornar o *campus* acessível a pessoas com deficiência.

### Projetos estratégicos:

- Elaborar plano de mobilidade ativa para os campi - rotas de caminhabilidade e estrutura cicloviária;
- Elaborar ações de urbanismo tático para promoção da integração entre modais de transporte de forma a priorizar pedestres e ciclistas nas regiões centrais do *campus* Zeferino Vaz;
- Elaborar plano de mobilidade para o *campus* Zeferino Vaz, com planejamento de rotas de transporte coletivo, bolsões de estacionamento e integração de modais de transporte.

A

Figura 8 traz o estudo para o planejamento da implantação de ruas completas na região central do *campus* Zeferino Vaz e de um percurso que visa integrar as áreas abertas que representam maior integração social da Unicamp. O projeto das ruas completas está começando a ser implementado em 2020, através de uma ação de urbanismo tático e laboratório vivo.

## Integração social

### Diretrizes:

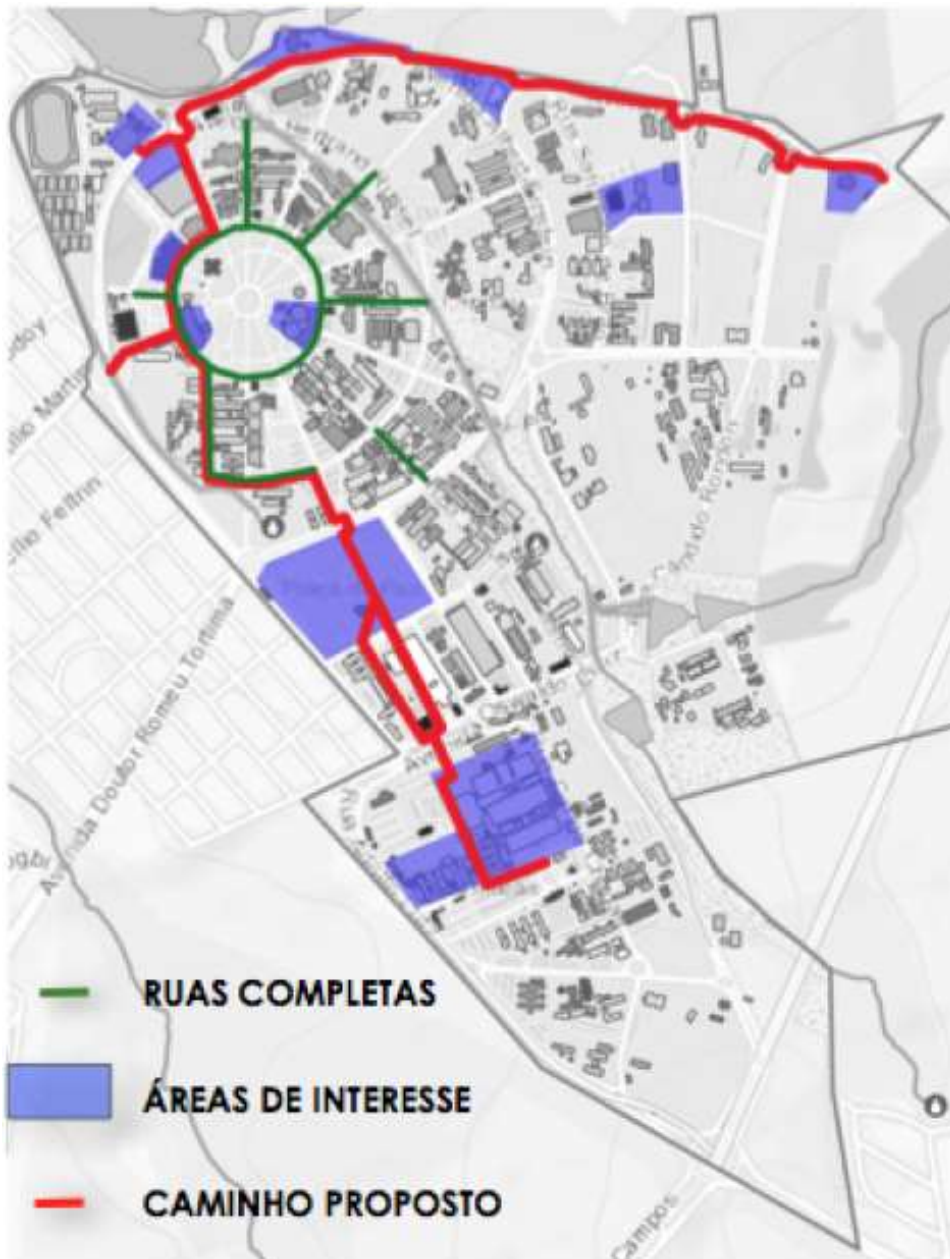
- Estabelecer relação direta com os ODS 3, 4, 5, 10, 16 e 17;
- Valorizar e expandir as oportunidades de relacionamentos interpessoais através da vivência universitária, criando espaços de convívio que propiciem a produção do conhecimento;
- Implementar melhorias através de ações para criação de espaços públicos que propiciem o aumento da qualidade de vida da comunidade;

- Implementar projetos que visem a tornar o *campus* mais hospitaleiro e acolhedor considerando a interseccionalidade.

Projeto estratégico:

- Elaborar sistema de colaboração para identificação das atividades sociais, culturais, artísticas e esportivas que acontecem na universidade, com identificação de novos locais para a promoção de percurso entre eles. A Figura 9 representa o resultado das oficinas de cartografia social para o levantamento dos espaços existentes em que as atividades mencionadas já acontecem no *campus* Zeferino Vaz da Unicamp.

Figura 8 – Mapa de caminhabilidade para o *campus* Zeferino Vaz



Fonte: Plano Diretor Integrado da Unicamp, 2019



Figura 9 – Localização dos pontos de integração social no *campus* Zeferino Vaz



Fonte: Plano Diretor Integrado da Unicamp, 2019

## Universidade e sociedade

### Diretrizes:

- Estabelecer relação direta com os ODS 1, 2, 8, 11, 12 e 13;
- Destinar mais espaços e infraestrutura a serviço da comunidade.

### Projeto estratégico:

- Elaborar sistema de colaboração para identificação das atividades oferecidas pela universidade para a comunidade local.

O *campus* Zeferino Vaz foi o primeiro a ter seu planejamento urbano finalizado porque integra o Hub Internacional de Desenvolvimento Sustentável (HIDS). O plano diretor do HIDS está sendo elaborado em parceria com todos os integrantes do território - *campus* Zeferino Vaz, através do PD-Integrado, Polo de Alta Tecnologia de Campinas (Ciatec II) e *campus* I da Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Esse planejamento está sendo financiado pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento. O HIDS considera as oportunidades e os desafios relacionados aos ODS; o reconhecimento da área contígua à Unicamp/Ciatec II como um Polo Estratégico de Desenvolvimento e as vocações dos atores já presentes nesta área, tendo as universidades como centralidades atratoras e irradiadoras de conhecimento para promover, com Campinas e região, a criação de um distrito sustentável com impacto local e regional.

Dessa forma, as diretrizes e os projetos estratégicos do PD-Integrado compõem um quadro mais amplo, de interferência e atuação em toda a cidade de Campinas e, inclusive, a Região Metropolitana da cidade. Isso faz com que o planejamento urbano da Unicamp integre todos os ODS em suas diretrizes, de forma que seja possível realizar a transição para uma universidade sustentável pleiteada para 2030.

## Conclusão

O Plano Diretor Integrado da Unicamp é uma iniciativa que promove o planejamento urbano sustentável para o território da universidade através das diretrizes gerais para alcançar os cenários futuros desejados embasadas nos ODS da Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas. Esse planejamento também inicia o processo de implementação da sustentabilidade nos campi universitários através de subprojetos que são desenvolvidos a partir dos projetos estratégicos de cada uma das áreas de planejamento do PD-Integrado.

Esses subprojetos são desenvolvidos como laboratórios vivos através de processos colaborativos entre alunos, docentes e equipe técnica da Unicamp para agir sobre os desafios complexos dos projetos estratégicos do PD-Integrado. O resultado esperado é que a transformação do espaço da Unicamp sob a perspectiva dos ODS possa impulsionar sua replicação à comunidade local, ao HIDS e, para além disso, à cidade de Campinas.

## Referências

ALSHUWAIKHAT, H. M.; ABUBAKAR, I. An Integrated Approach to Achieving *Campus* Sustainability: Assessment of the Current *Campus* Environmental Management Practices. *Journal of Cleaner Production*, 16, 1777-1785, 2008.

CORTESE, Anthony D. **The Critical Role of Higher Education in Creating a Sustainable Future**. *Planning for Higher Education*, v31 n3 p15-22 Mar-May, 2003

DALBELO, Thalita S. **Autopoiese urbana: transição para sustentabilidade**. Tese de Doutorado. Faculdade de Eng. Civil, Arquitetura e Urbanismo. Unicamp, 2019.

FINLAY, Jessica; MASSEY, Jennifer. **Eco-campus: applying the ecocity model to develop green university and college campuses**. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, Vol. 13, Issue 2, pp. 150-165, 2012.

GARBOGGINI, Flavia B. **Por uma arquitetura dos espaços abertos: a reabilitação do campus da Unicamp no século XXI**. Campinas, São Paulo; Editora Unicamp, 2016.

GÓES, Heloísa C. A. **Análise comparativa de instrumentos para avaliação da sustentabilidade em universidades visando uma proposta para o Brasil**. Tese de doutorado. UFRJ, 2015.

LIPSCHUTZ, R. D.; De WIT, D.; LEHMANN, M. **Sustainable Cities, Sustainable Universities: Re-Engineering the Campus of Today for the World of Tomorrow**. *I Handbook of Theory and Practice of Sustainable Development in Higher Education* (s. 3-16). Springer. World Sustainability Series, Nr. 1, Bind. 2, 2017.

LOZANO, Rodigo. **Collaboration as a Pathway for Sustainability**. *Sustainable Development*, n.15, 370-381, 2007.

LUCCHESI, Gabriela; RUTKOWSKI, Emilia. **Living Labs: Science, Society and Co-creation**. In: W. Leal Filho et al. (eds.), *Industry, Innovation and Infrastructure*, Encyclopedia of the UN Sustainable Development Goals, Springer Nature, 2019.

PEREIRA, Alessandro S.; DALBELO, Thalita S. **Impactos ambientais e sustentabilidade**. Editora Senac. São Paulo, 2018.

Unicamp. **Universidade Estadual de Campinas: a Unicamp em números**. Anuário Estatístico da Unicamp, 2019. Disponível em: [https://www.aeplan.unicamp.br/anuario/2019/filipeta2019\\_port.pdf](https://www.aeplan.unicamp.br/anuario/2019/filipeta2019_port.pdf)

Unicamp. **Plano Diretor Integrado da Unicamp**. Diretoria Executiva de Planejamento Integrado, Unicamp, 2019. Disponível em: <http://www.depi.unicamp.br/plano-diretor-integrado/>

UN-HABITAT. **Nova Agenda Urbana**. 2016a.

UN-HABITAT. **Sustainable Development Goal 11 – Make Cities and Human Settlements Inclusive, Safe, Resilient and Sustainable**. 2016b.

United Nations. **SDG 11 Synthesis Report. Tracking Progress Towards Inclusive, Safe, Resilient and Sustainable Cities and Human Settlements**. High Level Political Forum. New York, 2018b.

United Nations. **The Millennium Development Goals Report**. New York, 2015.

United Nations. **The Sustainable Development Goals Report 2018**. New York, 2018a.

## Capítulo 4

# Projeto *Sustentare* – desenvolvimento de práticas sustentáveis no *Campus São Paulo* do IFSP

*Simone Mendes Delphino*

*Nelson Menolli Júnior*

*Rodrigo de Benedictis Delphino*



#### Simone Mendes Delphino

Possui Graduação em Administração pelo Centro Universitário Uni Sant'Anna (2002) e Pós-graduação Lato Sensu em Administração Pública. Atualmente é Administradora do Câmpus São Paulo do IFSP e coordenadora do Projeto *Sustentare*. Atua nos seguintes temas: gestão pública sustentável, compras governamentais sustentáveis e Cidades Inteligentes.



#### Nelson Menolli Junior

É professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFSP - Câmpus São Paulo), mestre e doutor em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente (Botânica) pelo Instituto de Botânica (IBt) e graduado em Ciências Biológicas (Licenciatura e Bacharelado) pela Universidade Estadual de Londrina (UEL). Desenvolve atividades de cunho taxonômico e micologia aplicada, por meio de estudos de filogenia molecular e levantamento da diversidade de fungos formadores de cogumelos (Basidiomycota), incluindo espécies silvestres comestíveis com potencial de cultivo. Tem experiência nas áreas de Botânica e Microbiologia, com ênfase em Taxonomia e Filogenia de Basidiomycota, Cultivo de Cogumelos Comestíveis e Microbiologia Aplicada.



#### Rodrigo de Benedictis Delphino

É professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFSP - *Câmpus* São Paulo). Possui Graduação em Administração Hoteleira (Uni Sant'Anna), Mestre em Planejamento Estratégico em Hospitalidade (UAM). Atualmente é professor do Departamento de Informática e Turismo e coordenador geral do Projeto *Sustentare*. Atua nos seguintes temas: gastronomia sustentável, hortas, compostagem, indicadores de sustentabilidade e energias renováveis

## O Projeto Sustainare

O Projeto *Sustainare* é um projeto de pesquisa e extensão, com o propósito de amplificar a conscientização ambiental, o empreendedorismo social, a inovação e o aprimoramento de tecnologias com um viés de sustentabilidade, e que vem sendo desenvolvido no *campus* São Paulo do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo – IFSP.

O *Sustainare* se iniciou em 2019 como um projeto voluntário, tendo se inspirado no curso de extensão de Gastronomia Sustentável, que vem sendo ofertado regularmente desde janeiro de 2019, com elevada procura, inicialmente com predominância de alunos do IFSP, sendo que nas últimas turmas, com a comunidade externa como maioria. Em 2020 conseguimos a efetivação como um projeto de pesquisa e de extensão, aprovado em edital próprio, e com uma equipe composta por quinze bolsistas, sendo nove regulares e seis voluntários.

No início o foco do Projeto *Sustainare* eram as ações de reaproveitamento de alimentos englobando o desenvolvimento de oficinas práticas, de hortas orgânicas e processos de compostagem, inicialmente ministradas pela coordenação geral do projeto, mas com objetivo futuro de que essas ações fossem assumidas ou ministradas em coautoria com os bolsistas e equipe, ou ofertadas por membros da comunidade externa.

No espaço de tempo inferior a um ano, foram realizadas diversas oficinas sustentáveis, mas no início, o horizonte previsto era a oferta de menos de dez oficinas. O orçamento para compra dos insumos era restrito, e não tínhamos em quantidade suficiente para uma turma de vinte alunos, que é a capacidade máxima do laboratório de Alimentos e Bebidas do câmpus São Paulo. Havia dependência da doação de alimentos por terceiros e isso afetava a qualidade das oficinas e até mesmo o foco em temáticas específicas.

A partir do apoio financeiro conseguido com a Cooperativa de Crédito Sicoob Coopemesp, foi possível desenvolver outras ações, como pode ser visto no Quadro 1, e a proposta de oferta de oficinas do *Sustainare* pode ser ampliada.

Estava previsto a realização de seis oficinas, sendo três de reaproveitamento de alimentos, uma de papel semente, uma de horta e uma de compostagem. Através da divulgação do projeto e do apoio do Sicoob Coopemesp, foi possível ofertar seis oficinas de reaproveitamento de alimentos, uma de geleia vegana, uma de Pancs, uma de papel semente, três de horta, três de compostagem, uma de abrigo provisório de abelhas sem ferrão e três de insetos na alimentação. Ou seja, previa-se oferecer seis oficinas, mas ofertou-se dezenove no período de sete meses.

Além dessas oficinas, estão sendo desenvolvidos projetos com apoiadores externos, como, por exemplo, o aperfeiçoamento de licores e geleias com a utilização de insumos reaproveitados das oficinas de alimentação, em parceria com uma empresa de uma ex-aluna do curso de Gastronomia Sustentável. Um dos objetivos é a produção de conhecimento, inovação e oportunidade de empreender por meio de projetos alinhados na temática da sustentabilidade, como o desenvolvimento de alimentos como doces, geleias e farinhas, produzidos a partir do reaproveitamento de alimentos. Podendo isso levar ao desenvolvimento de projetos concretos, principalmente para a população carente, de micro empresas individuais de doces ou alimentos caseiros, tendo o suporte do Projeto *Sustainare* e o apoio de alunos, ex-alunos e parceiros externos na oferta de oficinas, treinamentos internos e externos e desenvolvimento de pesquisas. Tais ações representam os pilares norteadores do IFSP, a saber: Ensino, Pesquisa e Extensão.

Quadro 1 – Oficinas Previstas X Oficinas Realizadas

| Oficinas previstas   | Responsabilidade pela ação | Oficinas realizadas  | Responsabilidade pela ação  | Frequência efetiva da ação |
|--|----------------------------|--|---|----------------------------|
| Reaproveitamento de alimentos, com segmentação por:<br>- Frutas<br>- Legumes<br>- Cascas | - Coordenação do Projeto   | Reaproveitamento de alimentos, com segmentação por:<br>- Frutas;<br>- Legumes;<br>- Talos;<br>- Folhas;<br>- Cascas;<br>- Sobras de alimentos. | - Coordenação do Projeto.<br>- Bolsistas<br>- Comunidade externa. | Seis vezes                 |
|  |                            | Produção de geleias veganas e artesanais;  | - Comunidade externa.   | Uma vez                    |
|  |                            | Oficinas de Pancs – Plantas alimentícias não convencionais;  | - Equipe.<br>- Comunidade Externa                                 | Uma vez                    |
| Oficinas de papel semente;   | - Coordenação do Projeto   | Oficinas de papel semente;   | - Coordenação do Projeto  | Uma vez                    |
| Oficinas de Horta e de Compostagem de alimentos.   | - Coordenação do Projeto   | Oficinas de Horta e de Compostagem de alimentos.   | - Coordenação do Projeto.<br>- Comunidade externa                 | Três vezes de cada         |
|  |                            | Construção de abrigos provisórios de abelhas sem ferrão  | -Comunidade externa   | Uma vez                    |
|  |                            | Oficinas de insetos na alimentação, com evento específico no dia mundial de insetos alimentícios   | -Comunidade externa   | Três Vezes                 |

Fonte: Própria.

## **O desenvolvimento do *Sustentare* no *Campus São Paulo***

Resolvemos desenvolver este projeto baseado no conhecimento gerado a partir do curso de extensão de Gastronomia Sustentável, pelo interesse desses alunos em participar de algo maior, assim como pelo interesse gerado dentro do grupo de pesquisa Projeto Sustentare – Desenvolvimento de práticas sustentáveis em cidades inteligentes CNPq/IFSP, especificamente na linha de pesquisa de Gastronomia Sustentável.

Observou-se ao longo das turmas oferecidas do curso supracitado, que existe muita informação disponível, mas poucas práticas são acessíveis ao entendimento de uma população com pouco acesso à educação ou ao desenvolvimento de projetos de empreendedorismo baseado em ações de fácil execução.

O público alvo deste projeto são os alunos e a comunidade externa ao IFSP, interessadas em se capacitar e multiplicar conhecimentos e técnicas com foco na sustentabilidade e inovação, podendo beneficiar, ao longo deste projeto, líderes comunitários, donas de casa, escolas públicas do entorno do câmpus, pequenos comércios de alimentação, através do desenvolvimento de ações sustentáveis, de produtos e processos além da possibilidade de economia de recursos.

O projeto começou pequeno, com pesquisas de um único professor, e hoje a equipe tem dois servidores administrativos e dois professores do IFSP, além de cerca de quinze bolsistas (com uma equipe multidisciplinar), ex-alunos e empresas que se interessaram pelo projeto.

A cooperativa de crédito Sicoob Coopemesp apoiou as últimas duas edições do curso de Gastronomia Sustentável, viabilizando a compra de insumos para as aulas práticas, ofertas de oficinas e equipamentos para a prática de compostagem, no valor total de aproximadamente R\$ 4.200,00 (quatro mil e duzentos Reais).

Em agosto de 2019, iniciou-se oficialmente o Projeto Sustentare que foi marcado pela implantação da Horta Orgânica, com foco em técnicas de plantio sem utilização de agrotóxicos, uso de utensílios reutilizados, introdução de vegetais desconhecidos na alimentação (Pancs) e a prática de Compostagem. Destaca-se que foi compostado o lixo orgânico gerado pelas práticas do curso de Gastronomia Sustentável, das aulas práticas em Alimentos e Bebidas do curso superior de Tecnologia em Gestão de Turismo e das folhas das árvores locais, buscando desenvolver e aprimorar outros métodos de compostagem com este lixo orgânico do câmpus.

No projeto apresentado consta a oferta de oficinas e ações com a comunidade externa e para o seu correto desenvolvimento, definimos metas, com várias ações dentro de cada uma, como pode ser observado no Quadro 2.



Quadro 2 – Metas e ações do Projeto *Sustentare*.

| METAS                                | AÇÕES  |
|--------------------------------------|--|
| Meta 1 – Gastronomia Sustentável     | Oficinas de reaproveitamento de alimentos<br>Criação, manutenção e ampliação da horta<br>Coleta e identificação de cogumelos silvestres comestíveis<br>Uso de insetos na alimentação |
| Meta 2 – Inovação e Sustentabilidade | Compostagem<br>Desenvolvimento de substrato para cultivo de cogumelos<br>Criação de insetos alimentícios   |
| Meta 3 – Energias Renováveis         | Geração de energia a partir do esgoto e lixo orgânico do <i>campus</i> São Paulo.  |
| Meta 4 – Conscientização ambiental   | Diminuição da geração e descarte de resíduos;<br>Oferta de oficinas.   |

Fonte: Própria.

Diante da repercussão do *Sustentare* dentro da instituição, além da aprovação como um projeto regular de extensão do câmpus São Paulo do IFSP, conseguimos nove bolsistas regulares, seis bolsistas voluntários e mais alguns colaboradores externos interessados nas temáticas do projeto, o que facilitou o planejamento das metas.

Inicialmente, por conta da equipe reduzida e buscando ampliar o espaço físico a ser destinado ao Projeto *Sustentare*, que ainda estava se iniciando, focamos na meta 1 no primeiro ano do projeto. Foi decidido que seria analisado no transcorrer do projeto com posterior decisão, de como se daria o desenvolver ou não de outras metas.

A partir de 2020 continuou-se os esforços para o desenvolvimento da Meta 1, mas também foi dado início ao desenvolvimento das metas 2, 3 e 4, que se tornaram possíveis graças às aquisições de materiais e equipamentos por parte do IFSP.

As Metas 1 e 2 são interdependentes, pois as ações da Meta 2 dependem da realização da meta 1. Para exemplificar o conceito, pretende-se desenvolver ações de identificação e cultivo de cogumelos comestíveis silvestres da Mata Atlântica (Meta 1) e será iniciada a pesquisa para a produção de um substrato para cultivo desse cogumelo, a partir da trituração de galhos e folhas utilizados na compostagem (Meta 2).

Outra ação a ser desenvolvida dentro da Meta 2 é a criação de insetos para alimentação humana, com desenvolvimento de cardápios e alimentos, relacionando-a com o conceito de Gastronomia Sustentável.

A Meta 3 consiste em produzir energia elétrica a partir de um biodigestor de médio porte, já adquirido, utilizando como combustível o esgoto e o lixo orgânico do restaurante estudantil e da lanchonete do *campus* São Paulo. A ação prevista na Meta 3 propiciará zerar o descarte de resíduos orgânicos do câmpus São Paulo e ainda diminuir o descarte do esgoto, podendo levar inicialmente a redução de aproximadamente 8% na conta de água e na de energia, podendo essa redução aumentar conforme o desenvolvimento da meta.

A Meta 4 pretende, a partir da oferta de oficinas específicas e de incentivo ao desenvolvimento de ações internas que objetivem a redução do descarte de resíduos, interagir com as outras metas deste projeto, visando a conscientização ambiental dos alunos do Câmpus São Paulo e da comunidade próxima.

A previsão de cumprimento das Metas 1 e 2 era julho de 2020, faltando apenas a finalização dos espaços de laboratórios para criação dos insetos alimentícios. A Meta 3 depende da construção do galpão de onde ficará o biodigestor, sua instalação e dos testes preliminares. A previsão inicial é que entre em funcionamento parcial até outubro de 2020. A meta 4 está diretamente relacionada com o cumprimento das outras ações e com a volta às aulas e a efetivação das parcerias com escolas e entidades. Possivelmente esta meta acabe acontecendo apenas em 2021.

Essas metas estão alinhadas aos 17 objetivos de desenvolvimento sustentável propostos na Agenda 2030 (Brasil, 2015), especificamente com o Item 2 que trata da erradicação da fome (reaproveitamento de alimentos), do Item 7 que trata das Energias renováveis, do Item 11 que trata das cidades e comunidades sustentáveis (diminuição dos descartes, hortas orgânicas) e do Item 12, que cobra o consumo responsável (hábitos saudáveis).

A partir das metas listadas neste projeto, foram e serão desenvolvidas ações envolvendo pesquisa bibliográfica e treinamento específico focado no desenvolvimento das atividades e da equipe.

Além disso, todas as atividades práticas que estão sendo executadas nos laboratórios de aprendizagem, serão confrontadas com estudos teóricos, para posterior elaboração de relatórios finais, que subsidiarão as atividades a serem executadas nas próximas etapas do projeto.

Todas as ações descritas têm a supervisão da coordenação geral do projeto ou dos coordenadores de cada meta, sendo que todos passaram por treinamento, visando desenvolver metodologia específica para cada grupo que estiver sendo envolvido na ação, como por exemplo, alunos, comunidades carentes, escolas públicas e ou empresas, adequando o linguajar e ajustando as aulas conforme necessário.

Um dos objetivos do *Sustentare* é adequar o *campus* ao conceito de sustentabilidade e ao mesmo tempo capacitar os alunos dos diversos cursos e níveis de ensino a replicar esse conceito na comunidade externa, assim como nas empresas.

No passado recente, investir na sustentabilidade era apenas uma sugestão, hoje as empresas que quiserem crescer e serem aceitas pelos clientes tem cada vez mais que incluí-la no seu horizonte de curto e médio prazo e não apenas no de longo prazo (Barbieri & Cajazeira, 2012). As empresas de outros países vêm adotando práticas sustentáveis e éticas a partir do desenvolvimento tecnológico, aumento das redes econômicas e da globalização (Clarke & Chen, 2008). Para uma empresa ser considerada sustentável, ela precisa incluir no seu dia a dia políticas de redução de desperdício e cobrar isso de seus colaboradores (Barbieri & Cajazeira, 2012).

Em pesquisa realizada por Barbosa et al (2020) pode-se observar que essa questão cresceu e consumidores de vários países vêm dando um destaque cada vez maior para as práticas sustentáveis. Os alimentos orgânicos vêm ganhando a preferência dos consumidores, que também começam a se interessar e questionar se a empresa é socialmente justa, qual o impacto ambiental na produção dos insumos e se utilizam algum tipo de fonte de energia renovável.

E isso está diretamente relacionado à temática da Gastronomia Sustentável, que vem se desenvolvendo no mercado brasileiro e ganhando adeptos preocupados com o meio ambiente, e, conseqüentemente, com o desperdício de alimentos em um cenário cada vez mais preocupante de escassez agrícola (Ong, 2011).

Este cenário demonstra o desperdício financeiro que as empresas e pessoas estão praticando, pois, muitos insumos que são descartados poderiam virar alimentos

consumíveis. O esgotamento do meio ambiente, o impacto da produção agrícola crescente, assim como as mudanças climáticas, vem causando preocupação e gerando uma perspectiva futura de possível falta de alimentos em algumas partes do planeta. Com base nisso, começou-se a desenvolver programas visando a conscientização da população e mostrando a necessidade de reduzir o consumo e aproveitar mais os insumos. O Projeto *Sustentare* pretende preencher esta lacuna investindo em ações sustentáveis dentro de uma instituição pública de ensino, assim como levando esse conhecimento em comunidades carentes, tentando assim reduzir esse impacto ao meio ambiente, quiçá também econômico.

Conforme Silva (2018, p.01)

O cenário atual no âmbito das organizações e também no setor público aponta para a necessidade de inovação como diferencial, num contexto de mudanças constantes. Nessa conjuntura, ressalta-se que o quadro de pessoal possui papel primordial, uma vez que realiza o papel estratégico nas organizações. Outra temática emergente, e que vem crescendo a cada dia nos debates internacionais é a questão da sustentabilidade.

Silva (2018) traz um cenário de necessidade de inovação e incentivo a sustentabilidade na Universidade Federal de Tocantins, mas que pode ser estendido para outras instituições públicas. No caso do IFSP, seu papel é, além de oferecer ensino público gratuito e de qualidade, incentivar práticas socialmente mais justas e criar mecanismos que possam auxiliar essa comunidade atingida pela instituição a ser inovadora, e porque não, empreendedora.

É preciso investir no seu cliente (interno e externo) e na comunidade (entorno ou não). E investir nos seus clientes, para o Projeto *Sustentare*, é incentivar o desenvolvimento de práticas sustentáveis por meio do reaproveitamento de alimentos, da redução de desperdícios, de tendências sustentáveis, entre outras ações.

Conforme descrito na Meta 1 está sendo desenvolvida uma horta dentro do *campus* e testando diversos métodos de cultivo (no chão, em caixas plásticas e em garrafas pet) para posterior desenvolvimento de oficinas com a comunidade externa. Os vegetais produzidos no *campus* estão sendo utilizados nas oficinas de reaproveitamento de alimentos e no curso de Gastronomia Sustentável.

Maxwell (1995) mostra que

O cultivo de hortaliças nas áreas urbanas, com ou sem o apoio governamental, tomou impulso a partir da década de 1980 na América Latina, África e Ásia como uma estratégia de sobrevivência das populações mais pobres atingidas pela crise econômica que se instalou nessas regiões.

Confirmando essa definição e ampliando a discussão, Feil & Schreiber (2017)

dizem que sustentabilidade é um termo que expressa a preocupação com a qualidade de um sistema que diz respeito à integração indissociável (ambiental e humano), e avalia suas propriedades e características, abrangendo os aspectos ambientais, sociais e econômicos.

Em 2017, a Prefeitura de Curitiba/PR lançou uma campanha – Horta do Chefe, incentivando os agricultores urbanos a venderem suas produções para restaurantes renomados da cidade, com o excedente doado a instituições de caridade. Esse tipo de ação traz benefícios para toda a sociedade e ainda garante uma alimentação livre de agrotóxicos, que é afinal um dos elementos motivadores para se praticar hortas orgânicas urbanas (SMAB, 2020).

Esta ação da prefeitura de Curitiba está alicerçada nos pilares da Sustentabilidade, que trabalha os aspectos econômicos, sociais e ambientais, ou seja, ao mesmo tempo que está ajudando economicamente esses agricultores urbanos, garante alimentos livres de agrotóxicos e sem degradar o meio ambiente.

Além da pesquisa com Hortas orgânicas, em 2020 prevemos iniciar pesquisas e atividades práticas de desenvolvimento de geração de energia de fonte renovável, utilizando para isso um biodigestor com capacidade para 1300 kg de esgoto, de lixo orgânico ou uma combinação de ambos. É um projeto piloto no IFSP, mas com potencial de geração de energia elétrica, de gás para aquecimento e principalmente de conhecimento e inovação alinhadas com as propostas da meta 3.

De acordo com Alves (2019, p. 89) pode-se chamar de fontes de energia renováveis aquelas em que a sua utilização é renovável, pode ser aproveitada ao longo do tempo sem a possibilidade de esgotamento.

O *campus* São Paulo produz diariamente 15 toneladas de esgoto e aproximadamente 150 kg de lixo orgânico em seu restaurante, lanchonete e máquinas de auto serviço, garantindo assim o abastecimento do Biodigestor e gerando o biogás necessário para o desenvolvimento desta meta.

Conforme Coral (2002), um modelo de planejamento de ações de sustentabilidade deve obrigatoriamente se ater a três pilares: Ser sustentável economicamente, socialmente e ambientalmente. E baseado nesses três pilares, o Projeto *Sustentare* vem desenvolvendo suas metas e ações considerando e mostrando para a comunidade que, em um primeiro momento, investir em ações sustentáveis pode onerar uma empresa, mas logo poderá gerar uma redução de custos. Por exemplo, através do reaproveitamento de insumos, chegando-se, inclusive, a possibilidade de total aproveitamento de insumos, assim como gerar sua própria energia através de restos de alimentos orgânicos ou do seu esgoto, podendo trazer um ganho financeiro pela redução ou eliminação desta tarifa, tornando sustentável uma residência ou empresa. O uso de cisternas tem igualmente este potencial, ao reutilizar uma água que hoje é desperdiçada, mas que pode ser usada em descargas de banheiro e ou rega de plantas.

De acordo com Clarke e Chen (2008)

a globalização pressiona as empresas a aceitarem um conjunto de regras e a produção de valores, onde os índices de desempenho buscam maneiras de calcular os custos dos impactos sociais e ambientais da empresa.

E para Alves (2019)

Inserir a sustentabilidade ambiental nas ações das empresas representa um grande desafio. Antes podiam fabricar produtos sem se preocupar com a origem da matéria-prima, com a poluição gerada nas fábricas e no solo e nem com os resíduos advindo do descarte de produtos usados. [...] responsáveis pela geração de muitos empregos e impostos, antes eram consideradas intocáveis benfeitoras da sociedade.

O avanço da tecnologia trouxe maior visibilidade as organizações privadas [...] tornando-as mais vulneráveis a opinião pública, obrigando as empresas a repensarem suas ações e mudança de postura organizacional. (Alves, 2019).

Porém, não é possível desprender-se da responsabilidade ética que inclui atividades sem legislação específica, mas que despertem sentimentos por parte da sociedade. Uma empresa sustentável é aquela que tenta ser eficiente economicamente e também procura respeitar a capacidade de carga do meio ambiente (Barbieri & Cajazeira, 2012). Este é um dos pontos que este projeto pretende focar, pois muitas vezes a legislação não obriga a determinadas situações e ou práticas, mas a sociedade pode exigir e pressionar as empresas e com isso podem surgir práticas potencialmente inovadoras. Conforme Barbieri & Cajazeira (2012) existem várias formas para estabelecer a credibilidade empresarial e uma delas é o engajamento das partes interessadas (sociedade e empresas) por meio de diálogo, podendo ser fortalecida através de certificações relacionadas a gestão do meio ambiente, da qualidade, dentre outras. É importante levar essas questões para o ambiente de um restaurante, pois, de acordo com Paula (2002) é um espaço de hospitalidade, onde o cliente compara a qualidade do atendimento que ele espera receber, busca saciar sua fome, inferindo categorias de frustração e ou de superação das expectativas do atendimento e em relação ao ambiente que frequentou.

Uma questão com potencial para afetar esse sentimento de hospitalidade e gerar uma carga elevada de frustração e muitas vezes é negligenciado, é a destinação correta de dejetos aliada ao uso sustentável do meio ambiente.

Conforme o Portal Saneamento Básico (2019)

O cenário nacional é preocupante, ou seja, muito lixo que não é lixo acaba misturado ao lixo comum. Os rejeitos, que poderiam ser destinados corretamente por meio da reciclagem ou de processos reversos, acumulam-se na beira dos rios, entupindo galerias pluviais, em baías, no mar e, muitas vezes, são engolidos por animais, que acabam ficando doentes ou morrem.

Em 2010 foi criada pelo Ministério do Meio Ambiente a Política Nacional de Resíduos Sólidos Urbanos (Portal Saneamento Básico, 2019) visando disciplinar esta questão, mas passados dez anos pouco se avançou na sua implementação por completo, e isso afeta diretamente a vida da população e ações a serem desempenhadas pelas empresas.

No desenvolvimento da Meta 4 busca-se estar em consonância com essa política de resíduos, incentivando a diminuição do descarte, principalmente pela população e em outro momento podendo atrair empresas interessadas em formas de reduzir esse descarte, independente da implantação ou não da Política Nacional de resíduos por parte do Ministério do Meio Ambiente.

Por isso, é preciso haver uma mudança de comportamento que passa por uma conscientização de mudanças na alimentação, com aproveitamento quase que integral de alimentos, redução de desperdícios e compostagem de alimentos e ou sobras. Essas ações têm potencial para geração de microempreendedores com o desenvolvimento de produtos à base de partes dos alimentos, hoje desprezadas pela maior parte da população. É a oportunidade de desenvolver ações de investimento social, que, para Barbieri & Cajazeira (2012), denota uma preocupação com o retorno, na forma de consequências sociais benéficas planejadas, e assim incluir uma população do entorno do câmpus, ou de uma cidade, que hoje está marginalizada, não se restringindo apenas a uma parcela da população.

É uma ação social e de cidadania envolvendo as comunidades atingidas, em práticas que podem contribuir para uma percepção de melhora de vida e geração de renda, além de estar alinhado aos objetivos de desenvolvimento sustentáveis definidos na Agenda 2030 (Brasil, 2015).

Para viabilizar tais aspectos, uma das vertentes será a oferta de oficinas visando a conscientização ambiental de alunos, bolsistas e comunidade externa, pois para EFFTING (2007) a Educação Ambiental é a aprendizagem de como gerenciar e melhorar as relações entre a sociedade humana e o ambiente, de modo integrado e sustentável.

Ou seja, tudo que está e pretende se realizar ao longo deste projeto prevê incrementar este relacionamento entre o meio ambiente e a população em geral, mesmo que em pequenos grupos, localizados em comunidades carentes do entorno do câmpus, escolas públicas parceiras e comunidades onde os participantes deste projeto vivem.

De acordo com Dias (2000) Educação Ambiental é um processo onde as pessoas aprendem como funciona o ambiente, como dependemos dele, como o afetamos e como promovemos a sua sustentabilidade.

Em todas as metas a serem desenvolvidas, pretende-se desenvolver muitas atividades práticas aliadas à teoria, como destaca SARAIVA et al (2008, p. 84).

A educação ambiental visa contribuir para formação de cidadãos conscientes de suas responsabilidades com o meio ambiente, aptos a decidir e atuar em seu meio socioambiental, comprometendo-se com o bem-estar de cada um e da sociedade como um todo. Mas para que isso aconteça, é preciso que a escola não trabalhe somente com informações e conceitos, ou seja, só na teoria, é importante que o tema transversal seja uma ferramenta utilizada para que o aluno possa aprender de forma dinâmica, maneiras para transformar a realidade em que vive.

Conforme Berna (2004, p.30)

O educador ambiental deve procurar colocar os alunos em situações que sejam formadoras, como por exemplo, diante de uma agressão ambiental ou conservação ambiental, apresentando os meios de compreensão do meio ambiente.

Para Casali (2013, p. 21)

o desperdício de alimentos ao longo de toda a cadeia alimentar tem consequências ambientais, econômicas, sanitárias e sociais. Sendo importante conhecê-las para tomarmos consciência desse problema, no qual estamos diretamente envolvidos

## Conclusão

O objetivo deste projeto é mostrar como as ações propostas podem ajudar e influenciar positivamente o meio ambiente, a sociedade em geral e qual a importância das ações desenvolvidas.

Como resultados, pretendemos capacitar a comunidade interna e externa do IFSP com as práticas de reaproveitamento e assim conseguir reduzir o desperdício de alimentos, elaborar novas receitas através de testes com outros alimentos (ou insetos alimentícios), no reaproveitamento integral do alimento.

Além disso, visamos o desenvolvimento de práticas de compostagens de diversas maneiras através do desenvolvimento de um manual, assim como incentivar a busca pela inovação, pelo empreendedorismo e a pesquisa por novas fontes de geração de energia, visando um ambiente mais sustentável, ou no caso do *Sustentare*, um *campus* mais sustentável.

## Referências

ALVES, Ricardo R. **Sustentabilidade empresarial e mercado verde: a transformação do mundo em que vivemos**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2019.

BARBIERI, J. C. & CAJAZEIRA, J.E.R. **Responsabilidade social empresarial e empresa sustentável**. Da teoria à prática. São Paulo: Editora Saraiva, 2012.

BARBOSA, L.; MADI, L.; TOLEDO, M.A.; AMARAL, R. **As tendências da Alimentação**. In: Brasil Food Trends 2020.

[http://www.brazilfoodtrends.com.br/docs/tendencias\\_alimentacao.pdf](http://www.brazilfoodtrends.com.br/docs/tendencias_alimentacao.pdf)> Acesso em 27/03/2020.

BERNA, Vilmar. **Como fazer educação ambiental**. 2. ed. São Paulo: Paulus, 2004.

BRASIL. **LEI Nº 12.305, DE 2 DE AGOSTO DE 2010.** [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm). Acesso em 20/01/2020.

BRASIL. **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Traduzido pelo Centro de Informação das Nações Unidas para o Brasil (UNIC Rio), última edição em 25 de setembro de 2015. <https://sustainabledevelopment.un.org>. Acesso em 16 de agosto de 2020.

CASALI, Lisa. **Cozinhando sem desperdício: receitas sustentáveis para o gourmet consciente**. São Paulo: Alaúde Editorial, 2013.

CLARKE, A. & CHEN, W. Hotelaria, **Fundamentos Teóricos e Gestão**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

CORAL, Eliza. **Modelo de planejamento estratégico para a sustentabilidade empresarial**. <<http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/82705>> acesso em 08/11/2018

DIAS, G. F. Educação Ambiental: princípios e práticas. São Paulo, Gaia, 1992.

EFFTING, Tânia Regina. **Educação Ambiental nas Escolas Públicas: Realidade e Desafios**. Marechal Cândido Rondon, 2007. Monografia (Pós-Graduação em “Latú Sensu” Planejamento Para o Desenvolvimento Sustentável) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Câmpus de Marechal Cândido Rondon, 2007.

FEIL, A.A; CHREIBER, D. **Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável:** desvendando as sobreposições e alcances de seus significados. Cad. EBAPE.BR, v. 14, nº 3, Artigo 7, Rio de Janeiro, Jul./Set. 2017.

MAXWELL DG. 1995. **Alternative food security strategy: a household analysis or urban agriculture in Kampala.** Food Policy 23: 411-424 <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/> acesso em 28/02/2019.

ONG BANCO DE ALIMENTOS. **Gourmet e Sustentável:** Cozinhando com as partes não convencionais dos alimentos. São Paulo: Cook Lovers, 2011.

PAULA, N.M. **Introdução ao conceito de hospitalidade em serviços de alimentação.** In: DIAS, Célia M.M. (org). Hospitalidade: reflexões e perspectivas. São Paulo: Manole, 2002.

SARAIVA, V. M. et al. **A Prática Pedagógica do Ensino de Educação Ambiental nas Escolas Públicas de João Câmara** – RN HOLOS, vol. 2, 2008, pp. 81-93 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte Natal, Brasil.

PORTAL SANEAMENTO BÁSICO <<http://www.saneamentobasico.com.br>> Acesso em 01/10/2019

SECRETARIA MUNICIPAL DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO (SMAB). **Horta do Chef.** <http://www.curitiba.pr.gov.br/noticias/horta-do-chef-beneficia-88-familias-de-agricultores/>> acesso em 10/08/2020.

SILVA, Gilberto S. **Programa de capacitação de servidores e sustentabilidade:** uma análise na Universidade Federal do Tocantins, Brasil. Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade. Vol. 5, No 11, p. 859-870 - 31 dez. 2018.



## Capítulo 5

# **Formação para a sustentabilidade no ensino superior: um estudo sobre o Núcleo Engenheiros Sem Fronteiras de Lavras, MG**

*Líssa Oliveira Pereira*

*Luciana Braga Silveira*

*Ludmíla Josefa Alfredo Kassela*



Lissa Oliveira Pereira

Lissa Pereira é discente em Engenharia Ambiental e Sanitária na Universidade Federal de Lavras, trabalhou com pesquisa científica na área de educação e sustentabilidade, atuou com extensão universitária por quatro anos na área socioambiental, infraestrutura, gestão e empreendedorismo. Em 2018, trabalhou em Córdoba na Argentina, com desenvolvimento sustentável. Além de ter participado de empresa júnior ao trabalhar com setor privado e setor público no Sul de Minas.



Luciana Braga Silveira

Doutora em Ciências Sociais (UERJ), mestre em Sociologia (UFMG), especialista em Gestão Cultural (UEMG), graduada em Letras. Atualmente é docente do Departamento de Administração e Economia da Universidade Federal de Lavras, atuando no ensino presencial e como professora conteudista no EAD. É coordenadora adjunta do Observatório de Políticas Públicas da UFLA. Tem experiência nas áreas de Antropologia e Sociologia, desenvolvendo pesquisa e extensão nos seguintes temas: políticas públicas e organizações sociais, gestão socioambiental e gestão cultural. Tem experiência técnica e acadêmica em processos de licenciamento ambiental e em Estudos de Impacto Ambiental.



Ludmila Josefa Alfredo Kassela

Ludmila Kassela, de nacionalidade angolana, é discente na Universidade Federal de Lavras, no curso de Engenharia Ambiental e Sanitária. Foi membro da organização não governamental Engenheiros Sem Fronteiras durante 4 anos, atuou em projetos de extensão nas áreas de educação socioambiental, empreendedorismo sustentável, saneamento básico e saúde pública, além de colaborar na gestão da organização. Exerceu monitoria acadêmica nas áreas de biologia celular e citologia durante um ano, trabalhou com núcleos de estudos em áreas de unidades de conservação, microbiologia ambiental, além de desempenhar cargos de liderança por três anos no núcleo de cultura internacional. Tem por prática realizar eventos e palestras sobre a realidade cultural, social, política e científica do seu país.

## Introdução

Os resultados das alterações climáticas para o planeta, com graves consequências, sobretudo para as populações mais vulneráveis, o aumento da frequência dos incêndios florestais na Amazônia brasileira e, mais recentemente, na Austrália, têm contribuído para manter a questão ambiental como um dos assuntos em evidência na mídia. Tendo ultrapassado já há bastante tempo as fronteiras do campo acadêmico e da diplomacia, o tema meio ambiente vem ocupando um lugar de importância na discussão sobre educação e cultura, relacionadas à urgência de se repensar estilos de vida e alterar comportamentos individuais que induzem e agravam os problemas ambientais.

Dessa forma, a educação ambiental vem adquirindo cada vez mais relevância nesse debate. A formação de sujeitos conscientes dessa problemática e engajados em sua solução tem sido apontada como prioridade em diversos níveis escolares, desde a educação básica até o ensino superior.

O tema da educação ambiental está na pauta da Unesco desde a década de 1970. Desde então, essa agência da ONU busca induzir e apoiar, por meio de recomendações e várias estratégias de ação, a construção de agendas nacionais voltadas para essa questão. Assim, os governos são chamados a criar planos e programas para a Educação para o Desenvolvimento Sustentável (LAGO, 2006).

Nesse contexto, o Brasil instituiu, com a publicação da Lei 9795/99, a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), voltada para a construção de valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências para a conservação do meio ambiente. De acordo com a PNEA, a educação ambiental deve ser tratada de forma transversal nos currículos de todos os níveis de ensino, abrangendo também a educação não formal.

Os estudos que analisam as formas de inserção da educação ambiental no ensino superior no Brasil apontam para um aumento no número de disciplinas nos cursos de graduação que tratam dessa temática (OLIVEIRA, FARIAS, PAVESI, CINQUETTI, 2007; JACOBI *et al.*, 2011; ALENCAR e BARBOSA, 2018). Nota-se também que, de uma forma crescente, o espaço universitário tem incorporado o tema meio ambiente nas ações de pesquisa e de extensão.

Da mesma maneira, em diversas Instituições de Ensino Superior (IES) do Brasil e do mundo, os campi universitários têm sido locais de experimentação de iniciativas de gestão de águas pluviais, conservação de energia, energias renováveis, transportes sustentáveis, dentre outras práticas semelhantes.

Na Universidade Federal de Lavras (UFLA) têm sido desenvolvidas uma série de atividades de ensino, pesquisa e extensão voltadas para a promoção da sustentabilidade, bem como foi criado um plano ambiental e estruturante, o Projeto Eco Universidade. Destacam-se dentre as ações do plano, a implantação de Programa de Gerenciamento de Resíduos Químicos, criação de uma Estação de Tratamento de Esgoto, construções ecologicamente corretas, gestão de energia, sistema de coleta de água da chuva.

Os esforços da UFLA em prol das ações de sustentabilidade no *campus* têm lhe rendido há 8 anos uma posição de destaque no UI Greenmetric World University Ranking, um sistema internacional que avalia programas e políticas de sustentabilidade em universidades de todo o mundo.

Destaca-se, no âmbito das atividades da UFLA voltadas para incentivar programas ambientais, a atuação do Núcleo Engenheiros Sem Fronteiras de Lavras (ESF-Lavras),

formado basicamente por alunos e professores da instituição, que desenvolve ações no município com o objetivo de promover os direitos básicos de comunidades vulneráveis.

Esse trabalho propõe-se a discutir de que maneira o ESF atua na formação em sustentabilidade dos estudantes da universidade. Para tanto, busca-se analisar as principais ações do núcleo em Lavras e os tipos de inserção dos alunos nas atividades, discutindo as suas contribuições para o desenvolvimento integral do estudante, como profissional e cidadão.

## Metodologia

Esse trabalho é o resultado de um projeto de pesquisa desenvolvido na UFLA no período de 2017-2018 no Departamento de Administração e Economia. Foi adotada uma abordagem qualitativa, tendo como instrumentos de coleta de dados primários a realização de entrevistas semiestruturadas e observação direta.

Para a seleção dos entrevistados procurou-se abranger os diferentes perfis de membros do ESF, tendo como critérios de escolha o tempo de participação do estudante no núcleo e o seu curso de origem. Buscou-se compreender junto aos entrevistados: (1) a influência exercida pelo núcleo em sua formação (2) as motivações para participar do ESF; (3) a percepção da ideia de sustentabilidade nas atividades do ESF e da UFLA em geral.

Foram realizadas observações diretas das reuniões semanais do ESF durante seis meses, além da participação no IV Congresso Brasileiro dos Engenheiros sem Fronteiras, realizado em Lavras em 2017.

Para o tratamento dos dados coletados utilizou-se o método da Análise de Conteúdo (MONSTRO, 2001). As entrevistas foram todas transcritas e categorizadas em cinco temas: *motivação, empatia, o ESF e a formação profissional, percepção de educação ambiental e Eco Universidade*.

## Referencial teórico

Convencionou-se atribuir às ações educativas relacionadas ao tema meio ambiente a denominação de **Educação Ambiental**. Dado o seu emprego cada vez mais constante no âmbito das políticas públicas, programas e projetos que agem sobre a problemática ambiental, essa noção tem sido revestida por uma aparente neutralidade, associada à mera realização de práticas didático-pedagógicas, com objetivos pragmáticos e pontuais de difusão de informação.

Contudo, há muitos modos de “pensar e fazer educação ambiental” (LOUREIRO, 2012), que evidenciam uma multiplicidade de vertentes e concepções; uma verdadeira “babel das múltiplas educações ambientais” (CARVALHO, 2004). Carvalho afirma que as práticas de educação ambiental têm sido agrupadas e categorizadas de diversas maneiras: educação ambiental popular, crítica, política, comunitária, formal, não formal, para o desenvolvimento sustentável, conservacionista, socioambiental, ao ar livre, para solução de problemas, entre tantas outras. Tais denominações abrangem práticas muito diferentes do ponto de vista de seu posicionamento político-pedagógico. Dessa forma, é necessário situar o ambiente conceitual e político onde se busca a fundamentação do projeto educativo (CARVALHO, 2004).

Nesse trabalho foi adotado o conceito “Educação Ambiental Crítica” em contraposição à “Educação Ambiental Conservadora”. Considerou-se que essas

nomenclaturas sintetizam bem o debate entre as tendências contemporâneas adotadas nas políticas e programas de formação em sustentabilidade.

A educação crítica tem suas raízes no debate sobre os ideais democráticos e emancipatórios do pensamento crítico aplicado à educação. A referência no Brasil acerca do pensamento crítico na educação é o autor Paulo Freire e o seu trabalho sobre o processo de alfabetização religando a aprendizagem ao conhecimento de vida dos educandos, com o propósito de torná-los leitores críticos do mundo (CARVALHO, 2004).

Guimarães (2004) verifica que a Educação Ambiental Crítica tem como propósito a compreensão da complexidade da sociedade, instrumentalizando os atores sociais para que possam intervir na sua realidade socioambiental. Para o autor, a reflexão deve subsidiar uma prática criativa, que não é apenas um processo individual, mas construído na relação com o coletivo.

Nesse mesmo sentido, as categorias-chave da Educação Ambiental Crítica, segundo Loureiro (2012) são: transformar, conscientizar, emancipar, exercer a cidadania.

Já a Educação Ambiental Conservadora se insere no plano do “sentido bancário da educação”, debatido por Paulo Freire, que identifica a educação como uma imposição de condutas. Dessa forma, a Educação Ambiental Conservadora tende a privilegiar o aspecto cognitivo do processo pedagógico, atribuindo à transmissão do conhecimento a mudança de comportamento do indivíduo e a mudança social (GUIMARÃES, 2004).

Loureiro aponta os problemas de uma educação ambiental de caráter moralista e tecnocrática, que enfatiza as responsabilidades individuais, descoladas de um engajamento com o coletivo, ignorando ou subdimensionando a ação humana no tecido social. Para o autor, não há mudança ética possível ao se ignorar a sociedade em que se move (LOUREIRO, 2012).

Da mesma forma, a Educação Ambiental Conservadora enfatiza a dimensão ecológica da crise ambiental, em detrimento dos seus aspectos sociopolíticos, de forma que problemas ambientais e questões sociais pareçam descolados.

Loureiro (2012) e Rodrigues e Guimarães (2010) observam que a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA) tem fortes traços do discurso de uma Educação Ambiental Conservadora, na medida em que apresenta uma baixa problematização teórico-prática, considerando a educação ambiental como bloco monolítico, desconsiderando as visões de mundo e distintas perspectivas que orientam os educadores ambientais. Ainda assim, a PNEA é o instrumento mais importante no país para o fornecimento dos princípios e diretrizes da educação ambiental a todas as instituições de ensino de todos os níveis e modalidades.

Alencar e Barbosa (2018) enfatizam o papel das Instituições de Ensino Superior (IES) na preparação de indivíduos não apenas para o exercício da profissão, mas também destacam como as universidades são importantes no desenvolvimento da consciência político-social dos estudantes, para que exerçam sua cidadania. Os autores identificam as IES como espaços privilegiados na implantação de ações que promovam a consciência ambiental. No entanto, essas instituições ainda não foram capazes de produzir suficientemente políticas institucionais coerentes, no que se refere à organização de propostas curriculares comprometidas com mudanças na racionalidade instrumental que ainda norteia e organiza as práticas didático-pedagógicas hegemônicas.

Em relação a esse ponto levantado por Alencar e Barbosa, Jacobi (2011) apresenta uma reflexão no que se refere à visão disciplinar de ensino, a qual não é capaz de atender à perspectiva transversal da educação ambiental no currículo, recomendada pela PNEA. Para que as IES consigam, de fato, produzir uma mudança paradigmática da

sustentabilidade, de forma que esses espaços educacionais explorem ao máximo o seu potencial, é preciso novos métodos educacionais, o desenvolvimento do diálogo entre os saberes e um investimento institucional nas inovações curriculares e na construção de uma sólida política ambiental.

A mudança paradigmática trazida pelas práticas educativas ambientalmente sustentáveis, de acordo com Jacobi, é centrada na criticidade dos sujeitos, com vistas à mudança de comportamento e atitudes, ao desenvolvimento da organização social e da participação coletiva (JACOBI, 2011).

Jacobi (2011) ainda discute sobre as competências que devem ser desenvolvidas nos estudantes para que se promova uma real formação em sustentabilidade. São elas: (1) *perspectiva de futuro* - ser capaz de imaginar um mundo melhor e reconhecer caminhos possíveis para alcançá-lo; (2) *pensamento crítico e reflexão*- aprender a questionar nossos atuais sistemas de crenças e identificar problemas estruturais da sociedade; (3) *pensamento sistêmico*- reconhecer as complexidades e procurar por sinergias para a solução dos problemas; (4) *construção de parcerias*- promoção do diálogo e do trabalho em equipe; (5) *participação nas tomadas de decisão*.

Para desenvolver essas competências Jacobi destaca um conjunto de ações que devem ocorrer simultaneamente, envolvendo as transformações no espaço físico da IES e a formação do sujeito, não apenas cognitivamente, mas em interação com o coletivo, por meio das análises e das vivências no seu meio. Citam-se: o *campus greening*, que coloca o *campus* como uma forma de experimentação para vida real, de iniciativas que focam na gestão de águas pluviais, conservação de energia, energias renováveis, transportes sustentáveis e outras práticas semelhantes (Jacobi, 2011). O autor também destaca a importância da realização de campanhas de conscientização e debates, da elaboração do plano de gestão ambiental da universidade, do incentivo a programas autônomos de temáticas ambientais e estruturação de novas matrizes curriculares.

Para Leff (2001), a formação em sustentabilidade deve ultrapassar as "ciências ambientais", constituídas como um conjunto de especializações surgidas da incorporação dos enfoques ecológicos às disciplinas tradicionais, e abranger as humanidades e a análise sociopolítica da realidade.

Carvalho destaca que um projeto político-pedagógico construído com o objetivo de mudar valores e atitudes, compreendendo as relações sociedade-natureza, de forma a desenvolver a capacidade de intervir sobre os problemas e conflitos ambientais, forma o *sujeito ecológico*. Esse é um tipo de subjetividade orientada por sensibilidades solidárias com o meio social e ambiental, tendo como horizonte uma ética preocupada com a justiça ambiental (CARVALHO, 2004).

## Resultados e discussões

A organização Engenheiros Sem Fronteiras surgiu na França no ano de 1980. Nos anos 1990, o movimento se disseminou em outros países europeus, alcançando outros continentes. Atualmente, são mais de 60 grupos no mundo. No Brasil o primeiro núcleo surgiu em 2010 na cidade de Viçosa (SITE ESF, 2019).

No ano de 2012 foi fundado o Núcleo Engenheiros sem Fronteiras de Lavras, por iniciativa de alunos do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, com auxílio de um professor do Departamento de Engenharia. (SITE ESF, 2019). As atividades desenvolvidas pelo grupo têm caráter extensionista e são voltadas para atender a comunidades de Lavras que se encontram em situação de vulnerabilidade

socioeconômica. Os projetos abrangem tanto as ações de caráter mais técnico, como melhoria de infraestrutura de saneamento e revitalização de áreas verdes, quanto ações de educação ambiental.

Participam do ESF alunos dos cursos de Engenharia Florestal, Engenharia Civil, Engenharia de Controle e Automação, Engenharia de Alimentos, Engenharia Ambiental e Sanitária, Engenharia Química, Educação Física, Nutrição e Ciência da Computação.

Buscando compreender de que forma as vivências no ESF contribuíram para a formação em sustentabilidade dos estudantes utilizou-se, como chave de análise, as competências para o desenvolvimento sustentável elencadas por Jacobi (2011), de forma a se compreender como elas são mobilizadas pela participação do núcleo.

Assim, após transcrever as entrevistas e analisar os relatórios das observações diretas em reuniões do ESF trabalhou-se com cinco categorias, obtidas a partir das técnicas da análise de conteúdo: *motivação, empatia, o ESF e a formação profissional, percepção de educação ambiental e Eco Universidade*. Essas categorias foram contrapostas às competências: *perspectiva de futuro, o desenvolvimento do pensamento crítico e reflexivo, pensamento sistêmico, construção de parcerias, participação nas tomadas de decisão* (JACOBI, 2011).

### **Motivação**

Verificou-se que a motivação da maior parte dos entrevistados para participar do ESF relaciona-se ao desejo de desenvolver um trabalho com relevância social. O sentimento de pertencimento ao grupo, a partir dos laços de afinidade criados entre os membros e a busca de experiências de aprendizagem em uma perspectiva multidisciplinar também foram apontados como fatores relevantes para a atuação no núcleo, como poder-se verificar na fala da Entrevistada 1:

Porque eu sempre quis fazer trabalho social e na minha cidade eu era muito jovem, não tinha contato. [...] Quando eu fui para universidade eu queria muito fazer parte de alguma coisa do tipo.

Os entrevistados que cursam as áreas de nutrição e educação física, manifestaram que a participação no núcleo poderia contribuir para agregar conhecimentos técnicos da engenharia, proporcionando que tivessem uma formação mais interdisciplinar. Já entre os alunos do curso de Engenharia pode-se observar a satisfação de aplicar os conhecimentos aprendidos a uma causa com a qual se identificam, conforme a fala do Entrevistado 6:

Ser do Engenheiro sem Fronteiras dá a sensação que eu tô usando o conhecimento técnico para mudar o mundo.

Foi possível perceber, a partir da análise da categoria *motivação* que os estudantes têm trabalhado as competências *pensamento sistêmico e perspectiva de futuro*. O exercício de imaginar caminhos para construção de um mundo melhor e o reconhecimento da complexidade da realidade, sendo necessárias várias formas de atuação para alterá-la foram manifestadas nos depoimentos dos entrevistados.

Notou-se, contudo, que o fato dos estudantes integrarem o ESF apenas durante o seu tempo de permanência na universidade limita a visão de longo prazo das ações e restringindo a *perspectiva de futuro* ao período de realização da graduação.

## **Empatia**

Quando perguntado aos entrevistados de que forma a participação no ESF tinha influenciado a maneira como eles enxergavam a sociedade, todas as respostas se referiam sempre à ideia de empatia, à capacidade de se sensibilizar e se solidarizar com os dramas vivenciados pelo outro.

Conforme apontado pela Entrevistada 2, referindo-se à apresentação na praça do projeto de horta vertical urbana e clorador de água (sistema de tratamento de água) desenvolvido pelo ESF:

Quando alguém me abordava antes, não dava a devida importância, agora como estou do outro lado e realizo essas ações, já olho com outros olhos, já dou mais atenção a essas coisas.

A Entrevistada 8 destacou que a experiência no ESF a levou a perceber melhor as desigualdades sociais:

A gente mora aqui no centro de Lavras, que tem pessoas de classe média. E o Engenheiros me fez abrir meu olho que se você andar um pouquinho aqui em Lavras, nem dez minutos a mais, você já vê pessoas que são necessitadas.

Também o Entrevistado 9 ressaltou:

A gente fica cego a muitas coisas, tipo assim, já tinha noção de muita, a gente tem noção, mas às vezes a gente fecha os olhos para isso.

As entrevistas apontaram que a participação no ESF influenciou a forma dos estudantes perceberem a realidade social, permitindo que pudessem relacionar as desigualdades sociais e os problemas ambientais enfrentados pelas comunidades com que tiveram contato.

## **O ESF e a formação profissional**

Considerando que os entrevistados eram de cursos diferentes, as respostas foram bem variadas. Contudo, quase todos os estudantes afirmaram que a participação no grupo influenciou de alguma forma a sua vida acadêmica. Destacaram o desenvolvimento da proatividade nos cursos de origem, a influência na escolha de disciplinas que abordassem temática socioambiental e, mesmo o desenvolvimento de novas habilidades de estudo.

De acordo com o Entrevistado 6:

O que eu gostei mais foi de abrir minha mente pra novas coisas além da engenharia civil, que eu não teria acesso sem participar da ONG.

A Entrevistada 5, que cursava Educação Física destacou:

Influenciou na parte de comunicação, mais a parte de organização, e fez que eu também tivesse um maior controle disso nas disciplinas. Disso, de organização, de planejar antes de acontecer, acho que foi mais nessa área.

Pode-se relacionar o desenvolvimento de habilidades relacionadas ao que Jacobi chama de “pensamento complexo”, que se inserem dentro da competência *pensamento crítico e reflexão*. Segundo esse autor:

As práticas educativas ambientalmente sustentáveis apontam para propostas pedagógicas centradas na criticidade dos sujeitos, com vistas à mudança de comportamento e atitudes, ao desenvolvimento da organização social e da participação coletiva. Essa mudança paradigmática implica uma mudança de percepção e de valores, gerando um pensamento complexo, aberto às indeterminações, às mudanças, à diversidade, à possibilidade de construir e reconstruir, em um processo contínuo de novas leituras e interpretações, configurando novas possibilidades de ação. A premissa que norteia o paradigma proposto é o diálogo de saberes que permita construir espaços de



fronteiras; formar um pensamento crítico, criativo e sintonizado com a necessidade de propor respostas para o futuro, capaz de analisar as complexas relações entre os processos naturais e sociais e de atuar no ambiente em uma perspectiva global, respeitando as diversidades socioculturais (JACOBI, 2011, p. 28).

De acordo com o autor, o desenvolvimento do “pensamento complexo” e das habilidades do pensamento crítico permitem o questionamento dos sistemas de crenças, subjacentes às nossas perspectivas e opiniões (JACOBI, 2011).

Os entrevistados também relataram que a participação no ESF permitiu que desenvolvessem a capacidade de diálogo e aprendessem a trabalhar em grupo, o que influenciou a sua forma de agir e se posicionar dentro da organização e até mesmo em situações externas ao núcleo. Verifica-se, dessa forma, que a competência *construção de parcerias* tem sido trabalhada nas experiências desses estudantes.

É possível relacionar, a partir das falas dos entrevistados, as competências *construção de parcerias* e *participação nas tomadas de decisão*. Isso porque, percebeu-se que a proatividade desenvolvida pelos estudantes, a identificação com o grupo e o sentimento de autonomia têm influenciado a sua relação com a rede de colegas, amigos e familiares. Alguns entrevistados afirmaram que têm estimulado pessoas próximas a não utilizarem itens descartáveis e a realizarem a separação dos resíduos domésticos para a coleta seletiva.

### **Percepção de Educação Ambiental**

Ao serem perguntados sobre como compreendiam o processo de educação ambiental no desenvolvimento dos projetos do ESF, todos entrevistados tiveram dificuldades para responder. A maioria relacionou educação ambiental ao conteúdo apreendido em sala de aula, principalmente nas disciplinas do curso de Engenharia Ambiental.

De acordo com o Entrevistado 2:

A grande maioria dos membros dos Engenheiros é da Engenharia Ambiental, então já dá uma facilidade deles passarem para os outros membros o que eles sabem da área, para os outros membros conseguirem se inteirar.

Respondendo à mesma indagação, o Entrevistado 6 se referiu aos projetos que o ESF desenvolvia em escolas de Lavras, com crianças e professores:

Existia uma grande preocupação de como as crianças e até mesmo as funcionárias da escola iam ter a informação que a gente ia passar para eles e como elas iam aplicar isso, e quão importante era de que as pessoas que a gente ia passar informação iam conseguir absorver essa informação, de forma a mudar o modo de como elas iriam fazer essas tarefas, do modo com elas iam instruir as crianças.

Verifica-se a dificuldade dos entrevistados de reconhecerem espaços não formais de educação ambiental no seu processo formativo. Pode-se inferir que a compreensão da educação ambiental como processo centrado na difusão de informações técnicas é resultado dos limites da disciplinarização ainda predominante nos ambientes escolares. Não se reconhece, dessa forma, as possibilidades de transversalização do conhecimento socioambiental, abrangendo, inclusive as vivências dos entrevistados com os projetos do ESF. Nesse sentido, percebe-se que a competência *percepção sistêmica* ainda precisa ser mais desenvolvida.

Leff avalia que: Não obstante a validade do propósito interdisciplinar no campo do saber ambiental, avançou-se pouco desde seus princípios gerais para novas formas institucionais de organização e avaliação da pesquisa científica, novos métodos

pedagógicos que incorporam o pensamento da complexidade e o saber ambiental em novos programas educacionais orientados para o desenvolvimento sustentável, fundado numa racionalidade ambiental. A experiência mostrou a rigidez institucional das universidades, onde o conhecimento continua compartimentado em campos disciplinares, em centros, faculdades, institutos e departamentos (LEFF, 2001).

Conforme abordado pelo autor e constatado pelas entrevistas, as universidades ainda enfrentam dificuldades de trabalhar com a educação ambiental de uma forma integrada, principalmente se considerarmos as matrizes curriculares, em que a temática ambiental ainda permanece centrada em algumas disciplinas.

### **Eco Universidade**

Quando indagados sobre o programa Eco Universidade da UFLA, observou-se que a grande maioria dos entrevistados não deu respostas assertivas sobre o assunto, demonstrando insegurança e incertezas em relação a essa questão. Em geral, os estudantes focaram nos aspectos infraestruturais trabalhados pela universidade no próprio *campus*, destacando também a promoção de ações isoladas de conscientização ambiental.

O Entrevistado 4 considerou que a UFLA ainda não faz a gestão de resíduos de maneira satisfatória. Já a Entrevistada 8 destacou que as inadequações na gestão de resíduos não é responsabilidade da universidade, mas a falta de conscientização dos alunos, que muitas vezes nem sabem como separar o lixo de forma adequada.

Os entrevistados destacaram a importância do *campus* ter seu próprio tratamento de água e esgoto. Citaram também as grandes áreas verdes existentes e o transporte coletivo interno. Foram também apontados como ações positivas a existência dos pontos de carona, como uma forma de incentivo para a diminuição no número de carros circulando, bem como o estímulo à utilização pelos alunos de canecas não descartáveis, contribuindo para diminuição na geração de resíduos.

Foi interessante perceber que o entendimento da expressão Eco Universidade foi mais associado às adequações da infraestrutura da UFLA que ao Plano Ambiental no seu todo. De fato, o conhecimento acerca da existência de uma política de gestão ambiental da universidade ainda é limitado. Apesar dos informes e materiais de divulgação dos programas de sustentabilidade da UFLA, ainda tenderem a dar mais relevância ao *Campus Greening*, ou esverdeamento do *campus*, e também às inovações em tecnologias limpas e sustentáveis desenvolvidas pelos pesquisadores e seus grupos de estudo, que às atividades de ensino. A discussão sobre a transversalidade da temática ambiental nas matrizes curriculares de todos os cursos da instituição também ainda não foi suficientemente desenvolvida entre docentes e pessoal técnico-administrativo da UFLA. Verificou-se, portanto, no programa de sustentabilidade da UFLA, que o pilar do ensino está em descompasso com o da pesquisa e da extensão.

Apesar das dúvidas dos entrevistados e das ponderações acerca de aspectos que precisam ser melhorados, todos consideraram que o título de Universidade Sustentável para a UFLA era mais que merecido.

### **Os projetos desenvolvidos pelo ESF de Lavras**

Dentro da estrutura organizacional do Núcleo ESF - Lavras, os membros atuam na comunidade por meio de várias frentes, denominadas de programas. Dentro de cada programa são criados os projetos, de acordo com a demanda e identificação de carências da comunidade.

As frentes estão voltadas para as áreas de Infraestrutura e Energias Renováveis, Saneamento ambiental e Saúde Pública, Ação Socioambiental e Produtos Ecológicos e, como último e não menos importante, Agroecologia e Recuperação de Áreas Degradadas. Estas áreas foram definidas com o objetivo de se atingir o máximo de eficiência na implementação dos projetos e um leque maior de atuação, além de buscar como resultado final a sustentabilidade em todas as ações sociais.

O Núcleo ESF - Lavras busca usar a engenharia e toda sua multidisciplinaridade por meio da transversalidade, resolver os problemas sociais, tal como todos os outros núcleos da rede nacional, cumprindo desta forma, o objetivo da rede. O núcleo de Lavras procura também através desta transversalidade resolver os problemas sociais de forma justa, economicamente viável, culturalmente acessível e ambientalmente correta.

Os projetos do Núcleo Lavras destacam-se e revelam sempre diante de outros projetos desenvolvidos por outros núcleos, a busca pela sustentabilidade, fortemente influenciada pelos ideais que a UFLA como instituição busca. Nesses termos, reflete-se na comunidade a partir dos projetos aplicados e da atuação do Núcleo Lavras, a resolução dos problemas, pensando globalmente e agindo localmente.

A análise das entrevistas e dos projetos desenvolvidos pelo ESF- Lavras mostraram que essa organização tem uma importância grande na formação em sustentabilidade dos alunos da UFLA. O caráter das atividades do ESF e as formas de engajamento dos seus membros relacionam-se à abordagem da Educação Ambiental Crítica. Vale ressaltar algumas características dessa perspectiva de educação ambiental identificada no ESF:

- Compreensão complexa do meio ambiente, como resultado da interação entre sociedade e natureza;
- Estímulo à participação social e ao exercício da cidadania;
- Estímulo ao debate e diálogo entre saberes.

## Conclusões

As análises empreendidas na pesquisa, da qual resultou esse artigo, apontaram para uma importante vinculação entre o ESF-Lavras e a UFLA. Embora sejam organizações autônomas, uma em relação à outra, verificou-se que a participação exclusiva de estudantes e professores como membros do ESF, a utilização da estrutura da universidade para as reuniões do núcleo, bem como os esforços da UFLA para ser reconhecida como uma universidade sustentável, têm influenciado, em larga medida, as ações do ESF. Dessa forma, não há como falar do ESF sem estabelecer conexões imediatas com a UFLA. Por estarem tão diretamente associados, ESF-Lavras e UFLA, pode-se considerar as ações do núcleo como também ações da universidade.

As ações do ESF-Lavras mostraram o enorme potencial desse núcleo para a realização de uma Educação Ambiental Crítica, voltada para a formação de sujeitos críticos, solidários, responsáveis para com o seu meio, atentos às complexidades dos problemas socioambientais e das suas soluções.

A experiência do ESF, desse modo, pode ser compreendida não apenas como um trabalho de extensão, mas essencialmente de ensino, tendo em vista o impacto dos projetos desenvolvidos pelos estudantes em sua formação profissional e cidadã.

Sendo assim, percebe-se que, para além das ações estruturantes e de inovação científica, que já são atestadas em nível internacional como sendo de excelência, a UFLA teria muito a ganhar em termos de avanço no seu projeto de universidade sustentável, se

também encampasse e aprofundasse inovações no ensino e na docência, possibilitando revisões curriculares profundas em prol de uma formação mais crítica e sensibilizadora dos seus estudantes.

## Referências

ALENCAR, D. de.; BARBOSA, M. de. F. N. Educação Ambiental no Ensino Superior: ditames da Política Nacional de Educação Ambiental. **Revista Direito Ambiental e sociedade**, Caxias do Sul, v. 8, n. 2, 2018. Disponível em: <http://www.ucs.br/etc/revistas/index.php/direitoambiental/article/view/5259/3505>.

Acesso em: novembro de 2017.

CARVALHO, I. C. de M. **Educação Ambiental Crítica: nomes e endereçamentos da educação**. Brasília: MMA, 2004. Disponível em: [https://www.mma.gov.br/estruturas/educamb/\\_arquivos/livro\\_ieab.pdf](https://www.mma.gov.br/estruturas/educamb/_arquivos/livro_ieab.pdf). Acesso em: outubro de 2017.

em: outubro de 2017

FURTADO, C. Os Desafios da Nova Geração. **Revista de Economia Política**, v. 24, n. 96, p. 483–486, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rep/v24n4/1809-4538-rep-24-04-483.pdf>. Acesso em: janeiro de 2018.

GIBSON, R. B. et al. Sustainability Assessment: Criteria, Processes and Applications. **Earthscan**, London, p. 254, 2005.

JACOBI, P. R.; RAUFFLET, E. and ARRUDA, M. P. de. Educação para a sustentabilidade nos cursos de Administração: reflexão sobre paradigmas e práticas. **RAM, Rev. Adm. Mackenzie**, vl. 12, n.3, p.21-50, 2011. Disponível em: <http://editorarevistas.mackenzie.br/index.php/RAM>. Acesso em: outubro de 2017.

LAGO, A. A. C. do. **Estocolmo, Rio, Joanesburgo: O Brasil e as três conferências ambientais das Nações Unidas**. 1. ed. Brasília: Fundação Alexandre de Gusmão (Funag); Instituto Rio Branco (IRBr); Ministério das Relações Exteriores, 2006. p. 276

LAYRARGUES, P. P. **Identidades da educação ambiental brasileira**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004. Disponível em: [https://www.mma.gov.br/estruturas/educamb/\\_arquivos/livro\\_ieab.pdf](https://www.mma.gov.br/estruturas/educamb/_arquivos/livro_ieab.pdf). Acesso

LAYRARGUES, P. P. **Identidades da Educação Ambiental Brasileira**. Brasília: MMA, 2004. Disponível em: [mma.gov.br/estruturas/educamb/\\_arquivos/livro\\_ieab.pdf](https://www.mma.gov.br/estruturas/educamb/_arquivos/livro_ieab.pdf). Acesso em: outubro de 2017.

LEFF, E. **Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder**. Petrópolis: Vozes, 2001.

LOUETTE, A. **Compêndio para a sustentabilidade: Ferramentas de Gestão e Responsabilidade Socioambiental - uma contribuição para o desenvolvimento sustentável**. São Paulo: WHH (Willis Harman House), 2007. p. 188

LOUETTE, A. **Indicadores de Nações: Uma contribuição ao diálogo da Sustentabilidade**. 1. ed. São Paulo: WHH (Willis Harman House), 2009. p. 116

LOUREIRO, C. F. B. **Trajetória e fundamentos da educação ambiental**. 4. ed. São Paulo: Cortez Editora, 2012.

MONSTRO, M. C. de S. . **Pesquisa Social. Teoria, método e criatividade**. 18 ed. Petrópolis: Vozes, 2001.

MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. 2. ed. Tradução: Catarina Eleonora F. da Silva e Jeanne Sawaya. São Paulo: Cortez ; 2000. Título original: Les sept savoirs nécessaires à l'éducation du futur. ISBN 85-249-0741-X.

OLIVEIRA, H. T. de.; FARIAS, C. R. O.; PAVESI, A.; CINQUETTI, H. C. S. **Mapeamento da Educação Ambiental em Instituições Brasileiras de Ensino Superior**: elementos para políticas públicas. Brasília: RUPEA, 2007. Disponível em: [https://www.mma.gov.br/estruturas/educamb/\\_arquivos/dt\\_12.pdf](https://www.mma.gov.br/estruturas/educamb/_arquivos/dt_12.pdf). Acesso em: janeiro de 2018.

PEARCE, D. W.; TURNER, R. K. Economics of Natural Resources and the Environment. **Baltimore**, Johns Hopkins University Press, p. 378, 1990.

PINTÉR, L. et al. Bellagio STAMP: Principles for sustainability assessment and measurement. **Ecological Indicators**, v. 17, p. 20–28, 2012.

RODRIGUES, J. N.; GUIMARÃES, M. Políticas Públicas e Educação Ambiental na Contemporaneidade: uma análise crítica sobre a Política Nacional de Educação Ambiental (PPNEA). **Ambiente & Educação**, Rio Grande ,v. 15, 2010. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/ambeduc/article/view/1009>. Acesso em: novembro de 2017.

SITE ESF. **Quem somos**. Juiz de Fora, 2019. Disponível em: <https://esf.org.br/quem-somos/>. Acesso em: setembro de 2017.

## Capítulo 6

# Ferramentas de gestão ambiental para o *Campus USP “Fernando Costa”*

Ana Cristina Machado Vasconcelos

Tamara Maria Gomes



Ana Cristina Machado Vasconcelos

Técnica do Laboratório de Biosistemas na Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA-USP). Bacharel em Gestão Ambiental pela Escola de Artes Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo (EACH- USP), com MBA em Gestão e Tecnologias Ambientais pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Poli-USP).

E- mail [anamachado@usp.br](mailto:anamachado@usp.br)



Tamara Maria Gomes

Graduação em Agronomia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (1994), mestrado em Agronomia (Irrigação e Drenagem) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (1998) e doutorado em Agronomia (Irrigação e Drenagem) pela Universidade de São Paulo (2001). Participou do programa de Pós-Doutorado da Universidade de São Paulo no período de 2007 a 2010, para desenvolvimento de pesquisas dentro do tema “Utilização de Efluentes de Estação de Tratamento de Esgoto na Agricultura”. Também participou de 2009 a 2011 como auditora do programa de certificação agrícola para recomendação do selo Rainforest Alliance. Desde 2011 é professora doutora da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos no curso de Engenharia de Biosistemas da Universidade de São Paulo, *campus* Pirassununga/SP e a partir de Jul/2017 está como assessora técnica da Superintendência de Gestão Ambiental/USP. Orienta na Pós-Graduação da ESALQ/USP no programa de Engenharia de Sistemas Agrícolas. Tem experiência na área de Irrigação e Drenagem, trabalhando com elaboração, implantação e avaliação de projetos de irrigação, além de assistência nas áreas afins como: manejo de irrigação e fertirrigação, gestão do recurso hídrico e reúso agrícola.

E-mail: [tamaragomes@usp.br](mailto:tamaragomes@usp.br)

## Introdução

A administração convencional não tem sido suficiente para lidar com problemas de degradação ambiental dentro das organizações públicas e privadas. Por isso, um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) certificado ou não, constitui uma ferramenta para organizar e administrar organizações sob o paradigma do desenvolvimento sustentável.

O setor de serviços como um todo tem seus impactos ambientais subestimados, ao mesmo tempo em que representa um desafio, dada a sua heterogeneidade. Os setores hoteleiro, hospitalar e bancário são os que avançam mais no assunto dos sistemas de gestão ambiental e na certificação destes sistemas (FERES e ANTUNES, 2007).

Dentro do setor de serviços, as Instituições de Ensino Superior (IES) devem incorporar a questão ambiental em seu cotidiano por dois motivos que ocupam o mesmo patamar de importância: (i) é o local responsável pela disseminação do conhecimento, quer através do que se ensina, quer pelos seus exemplos; (ii) pelos recursos naturais demandados, onde o ambiente muitas vezes é fonte de materiais para seu funcionamento e receptor de seus resíduos sólidos e efluentes gerados.

Dentro das Instituições de Ensino Superior, as Universidades são as mais complexas e possuem uma gama de interações internas e externas, devido aos seus pilares que são o Ensino, a Pesquisa e a Extensão. O *campus* de uma universidade pode até ser comparado com pequenos aglomerados urbanos, pois em alguns casos formam verdadeiras cidades universitárias, com pessoas que realmente residem no local ou passam a maior parte do seu dia. E muitas são polos de desenvolvimento tecnológico. Segundo o IBGE, em 2004 (*apud* RIBEIRO *et al.*, 2005), 87% dos municípios do Rio Grande do Sul tinham população menor que a Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Uma universidade pode ter os mesmos motivadores que organizações com fins lucrativos para adotar um SGA, pois ela também precisa cumprir requisitos legais e de melhorias operacionais que reduzam custos. Um sistema de gestão ambiental bem executado e abrangente pode atrair investimentos diversos de agências de fomento do Brasil e do exterior, e parcerias com outras universidades.

Além destes motivadores, existe um consenso de que a universidade pública precisa entender sua responsabilidade em não apenas disseminar informações associadas a variável sustentável, mas também incorporá-las em seus processos de planejamento e gestão em virtude de seu papel na formação de profissionais e cidadãos. Sendo assim, um SGA em Instituições de Ensino Superior (IES), atuará minimizando ou eliminando seus impactos ambientais negativos sobre os recursos naturais e a qualidade de vida, bem como, potencializando seus impactos positivos que, no caso de universidades, são muitos.

Segundo Delgado e Vélez, em 2005, (*apud* TAUCHEN, 2007), existiam 140 Instituições de Ensino Superior (IES) no mundo que implementaram sistemas de gestão ambiental, porém somente 10 estavam certificadas pelo sistema ISO 14001.

Em 2012, Disterheft e colaboradores (*apud* KILKIS, 2015) identificaram 47 universidades na Europa que tinham um SGA baseado no esquema da ISO 14001 ou seguindo as orientações do *EcoCampus*, programa criado para encorajar e assistir as universidades a caminhar no sentido do desenvolvimento sustentável, ajudando-as a



implantar sistemas de gestão ambiental segundo as orientações de normas como a ISO 14001 e a norma inglesa BS 8555 (ECOCAMPUS, 2019).

Fisher (2003) acredita que a ISO 14001 é adequada para qualquer organização, inclusive para o setor de educação superior, pois as adequações necessárias serão consequências diretas do diagnóstico e definição de escopo. Segundo ele, sendo a ISO 14001, um protocolo muito usado em empresas, também permite que os alunos que tenham contato com o SGA da universidade tenham uma aproximação do mundo corporativo.

Um SGA no âmbito da universidade cobre temáticas relacionadas a suas atividades-meio, atividades operacionais e administrativas, como consumo de energia e água, gerenciamento de resíduos, manuseio de materiais perigosos, transporte, saúde e questões de segurança, entre outras. Entretanto, os SGAs já são estendidos para lidar com as atividades-fim, tais como educação ambiental, ambientalização de currículo e integração de questões ambientais na agenda de pesquisas (OELREICH, 2004).

Em 12 de janeiro de 2018 foi assinada a Política Ambiental da Universidade de São Paulo, Resolução 746 de 11 de Janeiro, que determina que cada *campus* tenha seu Plano Diretor Ambiental Sócio Participativo estruturados em 11 políticas temáticas: I – administração; II – água e efluentes; III – áreas verdes e reservas ecológicas; IV – edificações sustentáveis; V – educação ambiental; VI – emissões de gases do efeito estufa e gases poluentes; VII – energia; VIII – gestão de fauna; IX – mobilidade; X – resíduos; XI – uso e ocupação territorial.

A Política Ambiental (PA) da USP, bem como um dos seus instrumentos em particular, o Plano Diretor Ambiental, têm bastante áreas de similaridade com a Norma ISO 14001. Como política de uma organização, reflete seu contexto e natureza, além de prever uma estrutura, por meio de seus instrumentos, para lidar com seus objetivos ambientais e formas de melhoria contínua. A PA prevê um Sistema de Gestão Ambiental, que se chamará GAIA, em fase de elaboração, e o define como a estrutura organizacional, as responsabilidades, as práticas, os procedimentos, os processos e recursos para aplicar, elaborar, revisar e manter a Política Ambiental. Embora, o processo de documentação pode ser iniciado de forma simples e barata com os recursos já disponíveis, como sistemas de armazenamento de dados, o maior desafio está na dificuldade em se ter pessoas motivadas a manter atualizados os dados e alimentar as planilhas, nos diversos setores e unidades nos diferentes campi da Universidade.

Como parte dos seus instrumentos, a Política Ambiental também prevê certificações ambientais, demonstrando que reconhece esta necessidade como forma de atestar a qualidade de suas ações para a sustentabilidade universitária. A PA da USP é bastante abrangente e um bom ponto de partida para os campi buscarem estruturar seus Sistemas de Gestão Ambiental.

O *Campus* Fernando Costa da Universidade de São Paulo, em Pirassununga, tem especificidades pela sua localização geográfica, interior do estado de São Paulo, e por sua infraestrutura, já que é formado por uma paisagem rural, com vocação agropecuária e uma diversidade de recursos naturais disponíveis. Nesse contexto, vem passando pelo desafio de estruturar seu Plano Diretor Socioambiental Participativo (PDSAP), em consonância com a PA da USP. Sendo assim, este trabalho tem como objetivo analisar as ações e estruturas existentes no *Campus* Fernando Costa que podem convergir para um SGA baseado na Norma ISO 14001:2015.

## Modelos de Sistema de Gestão Ambiental

Os protocolos desenvolvidos para aplicação de SGA nas IES precisarão passar por adequações para as especificidades de cada realidade, e estas adequações serão possíveis por meio do desenvolvimento de um diagnóstico do meio físico, político, social e econômico de cada *campus*.

O Modelo de SGA da Universidade Osnabruck, Alemanha, é baseado no protocolo da EMAS (*Eco-Management and Audit Scheme*), que é um instrumento para melhoria ambiental das organizações de todos os setores econômicos e de serviços, desenvolvido pela Comissão Europeia, que está baseado na ISO 14001. Este modelo adaptado, foca nas áreas-chave: fluxo de energia e matéria, e ecobalço como instrumentos para a redução da poluição ambiental (VIEBANH, 2002; EMAS, 2020).

Savely *et al.* (2007b) relatam a experiência conjunta da Universidade da Carolina do Sul, Universidade de Medicina da Carolina do Sul e a Universidade Clemson, num esforço para aumentar a sustentabilidade ambiental das universidades dessa região dos EUA, no qual criaram a Iniciativa de Sustentabilidade das Universidades da Carolina do Sul.

Esta iniciativa visou desenvolver um sistema adaptado de SGA para IES a partir da ISO 14001 e expandir as agendas de pesquisa e ensino dos professores, assim como os processos administrativos e operacionais, assegurando que as instituições coloquem em prática o conhecimento adquirido pelos pesquisadores (BARNES E JERMAN, 2002).

Carreiras *et al.* (2006) analisam a proposta de SGA do projeto EMAS@SCHOOL, que é o projeto que adapta o protocolo EMAS para inserir a gestão ambiental em Instituições de Ensino. Este estudo foi conduzido na Escola Superior Agrária de Coimbra, comparando o sistema tradicional ISO e o próprio EMAS, utilizando a análise SWOT (strength, weakness, opportunity and threat - forças, fraquezas, oportunidades e ameaças).

Estes autores consideram que as estratégias entre os modelos tradicionais, ISO e EMAS, são bastante similares em muitos pontos, como gestão do tipo top-down, rígido controle de documentação, resolução de problemas de forma isolada e sem integração com a totalidade das atividades da organização, e melhoria contínua baseada na filosofia de Deming (PDCA - *Plan, Do, Check, Action*)).

A adaptação criada pelo projeto EMAS@SCHOOL tem uma abordagem participativa transversal a toda universidade, menos atenção à formalidade da documentação, focalizando-se na realização dos resultados, geralmente utilizando indicadores de desempenho, e com uma aproximação à Ecologia Industrial, no qual os problemas são vistos de uma forma sistêmica.

Em 2005, o SENAC lançou a Norma do Sistema de Gestão Ambiental, baseada no modelo PDCA. Essa norma interna foi desenvolvida, pois a instituição alega que a complexidade e custos da implantação e manutenção de um SGA com base na norma NBR ISO 14001 eram incompatíveis com a estrutura e necessidades do SENAC. Foram incluídos, entre outros, elementos de saúde e segurança no trabalho, já numa atitude de integração, permitindo a certificação de acordo com o nível de desenvolvimento. São 10 requisitos auditáveis em todos os três níveis de qualificação acumulativa (FERES E ANTUNES, 2007).

Segundo Feres e Antunes (2007), em 2006, das 55 unidades do SENAC, 42 foram auditadas, 23 receberam a certificação de Nível 1 e duas de Nível 2. No site do SENAC, as atividades relacionadas à sustentabilidade estão relacionadas na parte de ações internas

e o SGA deles permanece implementado, embora não fale do andamento em cada unidade, que agora são 62 (SENAC, 2019).

Borges e colaboradores (2013) desenvolveram uma pesquisa enviando um questionário para os 230 Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia (IF) com 38 questões sobre práticas ambientais, cuja pontuação de acordo com as respostas, classificavam cada IF em relação ao seu desempenho ambiental em: muito fraco, fraco, médio, bom e muito bom. Apenas 83 campi responderam e, destes, 4 tiveram um desempenho ambiental muito fraco e 78 foram classificados como fraco. Esta pesquisa, demonstrou que alguns campi seguem sem responsáveis em seus organogramas pelas questões ambientais, ficando esta incumbência para outros setores. Houve campi com dificuldade em seguir ou desconhecimento de normas ambientais importantes como a Resolução Conama 237/1997, a Lei 6.938/1981, a Lei 9.605/1998 e a Lei 9.795/1999. Podendo-se concluir, que a questão ambiental ainda é deixada à segundo plano, em parte dos IF brasileiros.

Uma pesquisa conduzida por Machado e colaboradores (2013) em 75 Universidades Públicas e Privadas, avaliou a presença ou a ausência de 29 práticas de Gestão Ambiental com base na Norma ISO 14001 e em trabalhos executados por outros autores. As instituições que possuíam um departamento específico para a Gestão Ambiental que foram 40% dos entrevistados, foram as que tiveram maior média de desempenho em todas as práticas de sustentabilidade pesquisadas; dentre essas, a análise estatística demonstrou que o grupo que declarou ter um SGA já implantado também se destacou com maior média em todas as práticas.

## **Norma ISO 14001:2015**

Segundo o INMETRO (2019), há 934 empresas nacionais com certificação ISO 14001 válidas, das quais 20 correspondem a organizações na área da educação, sendo duas Instituições de Ensino Superior: a Universidade do Vale do Rio dos Sinos (RS), em seus dois Campi, São Leopoldo e Porto Alegre, cujo escopo da certificação abrange o ensino de graduação e de pós-graduação, programas e projetos de extensão, pesquisas básicas e aplicadas, além de atividades de apoio e complementares. E a Universidade Positivo, na qual 9 unidades de ensino e o Centro de Eventos Expo Unimed, no Estado do Paraná, estão certificadas (INMETRO - CERTIFIQ, 2019).

A UNISINOS foi a primeira Universidade da América Latina a ter a certificação ISO 14001, em 2004 (UNISINOS, 2019), a Universidade Positivo possui um SGA certificado desde 2013 (UNIVERSIDADE POSITIVO, 2019).

A Norma 14001 é a norma, dentro da série de normas ISO 14000, que fala do sistema de gestão ambiental de forma mais geral, contendo as regras e roteiros, trazendo seus objetivos, escopo, estrutura, etc. Outras normas da série falam sobre outros aspectos de um SGA, bem como sobre auditoria, rotulagem, avaliação de desempenho e avaliação de ciclo de vida.

O objetivo desta norma é prover às organizações uma estrutura para a proteção do meio ambiente e possibilitar uma resposta às mudanças das condições ambientais em equilíbrio com as necessidades socioeconômicas.

A norma se estrutura no ciclo PDCA (*Plan – Do – Check – Act* / Planejar – Executar – Verificar - Agir), conforme ilustra a Figura 1, que pode ser aplicado ao SGA como um todo ou a cada um de seus elementos ou programas individuais.

A norma possui os requisitos para avaliação de conformidade, onde parte destes cumprem a legislação e outros são os assumidos pela organização, baseados em seus aspectos ambientais e em seus recursos financeiros e/ou humanos, ou seja, a organização não precisa lidar de uma vez com todos os seus impactos ambientais que não impliquem em obrigações legais. Outros requisitos podem advir de boas práticas comuns a um segmento, de acordos com grupos comunitários ou organizações não governamentais, etc. No caso de IES, podem ser incluídos requisitos relacionados a declarações assinadas sobre sustentabilidade, por exemplo.

Figura 1. Estruturação da ISO 14001 sobre o ciclo PDCA.



Fonte:

elaboração própria com base na ABNT NBR 14001:2015.

De acordo com a ABNT NBR ISO 14001:2015, para se determinar o escopo do SGA, para devida documentação, a organização precisa entender o contexto em que está inserida, determinar as questões internas e externas que sejam pertinentes para o seu propósito, incluindo as condições ambientais que afetam ou são capazes de afetar a organização. Entender as expectativas das partes interessadas (alunos, funcionários docentes e não docentes, terceirizados, comunidade externa). Seus requisitos legais, suas unidades organizacionais, funções e limites físicos, suas atividades, produtos e serviços, sua capacidade de exercer controle e influência. Ou seja, existe a necessidade de um diagnóstico da IES para, a partir dele, estabelecer todas as possibilidades, as prioridades e, assim, a abrangência do SGA.

Conforme a norma afirma, o sucesso do sistema de gestão ambiental depende do comprometimento de todos os níveis de funções da organização, em especial da alta

direção, no caso, chefias de departamentos, diretores das unidades e o próprio Reitor, demonstrando seu comprometimento com a eficácia do SGA, dirigindo e apoiando as pessoas envolvidas e assegurando os recursos necessários.

O planejamento vai estabelecer, implementar e manter processos necessários para determinar os riscos e oportunidades relacionados aos aspectos ambientais, principalmente os mais significativos, assegurando que o SGA alcance os resultados pretendidos; previna e reduza os efeitos indesejados e alcance a melhoria contínua. Ao planejar suas ações, a organização deve considerar suas opções tecnológicas e seus requisitos financeiros, operacionais e de negócio (ABNT NBR ISO 14001:2015).

Segundo esta norma, considerando os aspectos ambientais significativos, os requisitos legais, outros requisitos e considerando os seus riscos e oportunidades, a organização deve estabelecer seus objetivos ambientais de forma coerente com a política, que sejam mensuráveis e monitoráveis, e passíveis de comunicação e atualização. Para cada objetivo estabelecido, faz-se necessário determinar o que será feito, que recursos serão requeridos, quem será responsável, quando será concluído e como os resultados serão avaliados, estabelecendo indicadores para monitorar o progresso em direção ao alcance dos objetivos.

Os recursos financeiros para a implementação e manutenção do SGA precisam estar previstos. As competências não dizem respeito apenas sobre quem vai lidar diretamente com as atividades do SGA, mas cada departamento precisa entender que suas atividades afetam o desempenho ambiental da instituição e precisa estar treinado e conscientizados da política da ambiental, dos aspectos ambientais significativos e os impactos ambientais reais ou potenciais associados a suas atividades, o que inclui sua eficácia no SGA e as implicações de não estar conforme com os sistemas (ABNT NBR ISO 14001:2015).

A comunicação dentro de um SGA é fundamental, comunicação entre os diversos níveis e funções da organização entre si e com o departamento / setor destinado ao SGA e a comunicação da organização com a sociedade (ABNT NBR ISO 14001:2015).

A comunicação de resultados e andamento do sistema é, particularmente, importante em uma instituição pública, pois o acréscimo de trabalho para se atingir os objetivos ambientais, muitas vezes não vem acompanhado da visualização dos resultados que demonstram que o trabalho teve um resultado e que as pessoas fazem parte do avanço da instituição. A comunicação externa também é igualmente importante devido à prestação de contas em relação à sociedade que mantém as instituições pública com seus impostos e, no caso da universidade, também por motivos educacionais, de conscientização da população que frequente ou não o *campus*.

A documentação se refere aos documentos requeridos pela norma e a documentação que a organização considera necessária para a eficácia do SGA, dependendo de sua necessidade de demonstrar atendimentos aos requisitos legais e outros requisitos, a da complexidade de seus processos e operações. O controle adequado da informação será essencial para análise de risco e oportunidades em busca da melhoria contínua não só da questão ambiental, mas de processos como um todo. A operação do SGA envolve o desenvolvimento das ações para que os objetivos ambientais estabelecidos sejam alcançados, executando processo de uma forma especificada, inclusive preparações para respostas de emergência (ABNT NBR ISO 14001:2015).

Quanto à avaliação de desempenho, a organização deve, ainda, estabelecer, implementar e manter programa (s) de auditoria interna, incluindo a frequência, métodos, responsabilidades, requisitos para planejar e para relatar suas auditorias internas. A

análise crítica pela alta direção vai considerar os resultados da avaliação de desempenho ao longo do processo, resultados de auditorias, conformidades e não conformidades, opiniões das partes interessadas, a suficiência dos recursos, tomando decisões para mitigar as não conformidades e para a melhoria contínua. Esta análise não precisa ser exaustiva e nem feita de uma vez, ela pode ocorrer durante um período e ser parte de atividades regulares dentro do programa de gestão (ABNT NBR ISO 14001:2015).

## ***Campus* da USP “Fernando Costa” e a Gestão Ambiental**

O *Campus* Fernando Costa, da Universidade de São Paulo, Pirassununga, era segmentado em diferentes propriedades rurais até 1945, quando foram transformadas na Escola Prática de Agricultura Fernando Costa, e, em 1989, tornou-se *Campus* da USP, sendo o maior *Campus* em área contínua, com cerca de 2200 hectares (PUSP-FC, 2019).

O *campus* conta com três unidades: a Prefeitura (PUSP-FC) que é o órgão responsável pela administração e manutenção da infraestrutura do *campus*, com prédios administrativos, produção agropecuária, abatedouro, indústria de laticínios, fábrica de ração, colônias de funcionários, moradia estudantil, restaurante universitário e Unidade Básica de Saúde (UBAS); a Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA) que possui 4 cursos de graduação e 5 cursos de pós graduação, contando com salas de aulas, laboratórios didáticos e de pesquisa, biblioteca e um hospital veterinário; e a Faculdade de Medicina veterinária (FMVZ) que oferece disciplinas teóricas e práticas, além de desenvolvimento de pesquisa. Esta complexidade de estruturas e atividades dentro do *campus* gera uma série de interações com o meio ambiente, que precisam ser conhecidos e gerenciados, principalmente porque o *campus* possui uma reserva Ecológica de 879,27 ha (quase 40% do *campus*), com grande diversidade de fauna e flora, em uma zona de transição entre dois importantes biomas brasileiros, o Cerrado e a Mata Atlântica (PUSP-FC, 2019; GOMES *et al*, 2018).

A comunidade interna no *Campus* é de cerca de 2460 pessoas, o que envolve alunos de graduação e pós-graduação, servidores docentes e não docentes e funcionários da empresa terceirizada que presta serviços de limpeza e segurança para o *Campus* (PUSP-FC, 2019; GOMES *et al*, 2018).

A Superintendência de Gestão Ambiental da USP tem sido, desde a sua criação em 2012, uma grande parceira para a implantação de programas, projetos e ações relacionadas às temáticas abordadas pela Política Ambiental da USP, não só com aporte financeiro, mas também por meio de assessoria técnica, em diferentes questões, como educação ambiental, tratamento de resíduos, mobilidade, gestão e conservação da fauna e flora, etc.

Dentre as principais ações e programas relacionados às questões de sustentabilidade no *campus* da USP, em Pirassununga, pode-se destacar:

- O Programa USP Recicla - da Pedagogia a Tecnologia: no *Campus* Fernando Costa, as comissões das unidades PUSP-FC, FZEA e FMVZ trabalham de forma integrada e promovem atividades de educação ambiental como: a redução no uso de descartáveis pela distribuição de canecas duráveis, a sinalização e orientação para o correto destino de resíduos no *campus*, feira da barganha que é uma feira de trocas de produtos, entre outras atividades.
- O Programa Permanente para o Uso Eficiente dos Recursos Hídricos e Energéticos na Universidade de São Paulo (PUERHE-USP): estabelece diretrizes,

propõe atuações, avalia e gerencia a utilização dos recursos hídricos e energéticos nas Unidades e nos Órgãos da USP, de modo a incrementar a eficiência do uso e reduzir o consumo dos mesmos por meio de ações de caráter tecnológico e comportamental.

- Ações de descarte e reuso de resíduos de informática: no *Campus* Fernando Costa, os resíduos eletroeletrônicos são enviados para o projeto Recicl@tesc um projeto contínuo em parceria com o SENAC, USP e Rede Social, de São Carlos.
- Programa de capacitação, Pessoas Aprendem Participando - PAP: este programa visa oferecer subsídios para a ampliação de consciência sobre as problemáticas socioambientais e a responsabilidade individual e coletiva estimulando um processo em que as pessoas aprendem participando, onde as pessoas que participam das palestras e oficinas são responsáveis por serem multiplicadores e fazerem este processo novamente com outros grupos da comunidade universitária. Este programa foi aplicado entre os anos de 2013 e 2014 para os servidores técnicos-administrativos, e teve o desenvolvimento de três projetos específicos no *campus* de Pirassununga: (i) gestão administrativa, com foco na redução do uso de papel; (ii) educação ambiental, pela criação de trilhas ecológicas; (iii) gestão de resíduos dos laboratórios.
- Projeto “Vamos de Bike” consiste em incentivar o uso de bicicleta pela comunidade interna, por meio da instalação de uma estação de compartilhamento com trinta bicicletas na entrada do *campus* e acesso direto à ciclovia, cujo empréstimo é realizado diretamente com a carteira de identificação USP, com gerenciamento informatizado.
- Biodigestor para tratamento dos resíduos da suinocultura, projeto desenvolvido por parceria com empresa privada, visa além de tratamento, também o ensino, como um “laboratório vivo” para a disseminação prática do conhecimento.
- Levantamento qualitativo da fauna de pequenos vertebrados, projeto de pesquisa/extensão que visa implementar ferramentas de acompanhamento das espécies silvestres levantando informações sobre a biodiversidade e suas áreas de maior ocorrência, realizar campanhas de monitoramento a fim de verificar os impactos causados pelos transportes nas principais estradas e ruas no *campus*, bem como nos seus arredores e comparar parâmetros de riqueza, abundância e diversidade das espécies nas proximidades das áreas.
- Grupo de Gestão Integrada de Resíduos do *Campus*: este Grupo de Trabalho que atua desde o 1º semestre de 2014, por iniciativa da Prefeitura do *Campus* Fernando Costa (PUSP-FC), tem o objetivo de melhorar a gestão de resíduos químicos e biológicos do *Campus*. É formado por representantes de todas as Unidades do *Campus*.
- Projeto USP na Escolinha: projeto desenvolvido por uma funcionária e executado em parceria com a Prefeitura do *Campus*, FZEA e FMVZ. Este projeto coleta resíduos que fazem parte da logística reversa de algumas empresas, visando arrecadar fundos para fazer as escolas de Ensino Fundamental I conhecerem os cursos da Universidade de São Paulo de forma lúdica e também visitarem o *campus*. Os materiais recolhidos são: materiais de escrita (logística reversa da Faber Castell), esponjas de pia (logística reversa da Scotch-Brite), materiais de higiene bucal (logística reversa da Colgate). Desde o início do projeto, em 2013, já foram arrecadas mais de 13 mil unidades de produtos dos programas de logística reversa citados (USP na Escolinha, 2020).

- Site “*Campus* Fernando Costa Sustentável”: este site que existe desde 2014 é um esforço de integrar as ações ambientais dos diversos grupos atuantes *Campus*. Também compartilha as informações de boa parte do que se desenvolve do gerenciamento dos resíduos sólidos, bem como outras ações de promoção de sustentabilidade.

O *Campus* Fernando Costa não possui uma seção de Gestão Ambiental presente em seu organograma, mas o cargo foi criado em 2014.

Atualmente, as ações relacionadas à gestão ambiental do *campus* são executadas por uma servidora técnico-administrativa, alocado no gabinete do Prefeito, com atividades relacionadas: a gestão do contrato de gerenciamento de resíduos biológicos e intermediação junto ao *campus* da Capital, na contratação da empresa que executa o recolhimento dos resíduos químicos; requisições de compras dos serviços de destinação de lâmpadas; a coordenação das atividades da cooperativa de catadores de material recicláveis do município, a qual faz a retirada dos recicláveis gerados; o acompanhamento das licenças ambientais; a elaboração de relatórios de prestação de contas aos recursos destinados para as questões ambientais, principalmente os oriundos da Superintendência de Gestão Ambiental da USP; assim como o apoio na promoção de eventos relacionados ao tema.

Outra função, exercida também pela Gestora, é no sentido de centralizar as informações sobre as quantificações dos resíduos gerados, já que em muitos casos o descarte não é feito por esse setor, como por exemplo, os eletroeletrônicos, executado pelo Departamento de Informática; óleo automotivo, feito pelo Departamento de Transportes, e a Logística Reversa de embalagens de agrotóxicos realizado pelo Departamento de Atividades Agrícolas. Ainda discorrendo sobre os resíduos sólidos gerados durante as operações do *Campus*, muitos dados (pesagem, caracterização, etc.) não são produzidos, outros são, mas não têm uma rotina de compartilhamento da informação.

O controle das quantidades de resíduos gerados é mais efetivo para aqueles que trazem algum retorno financeiro ou que geram um custo pela obrigatoriedade de tratamento ou disposição final.

É evidente que as ações ambientais no *campus* de Pirassununga não estão pautadas por um programa ou por um sistema de gestão, também a falta de recurso humano destinada para essa finalidade é grande.

Para indicar falhas evidentes da gestão ambiental no *campus* pode ser citado o exemplo da coleta seletiva pela empresa terceirizada de limpeza, no contrato de prestação de serviço existe uma cláusula de colaboração com a coleta seletiva do *campus*. Para que isso ocorra, é necessário que haja um programa de treinamento periódico, principalmente pela alta rotatividade de contratação, entretanto não existe.

Outro exemplo, são os restos de alimentos gerados no restaurante universitário que são mantidos pela empresa terceirizada para controle de desperdício, pois gera um custo pela perda, mas não são monitorados pelo *Campus* e esta informação se perde quando ocorre a troca de empresa.

Ao se analisar as questões ambientais no tocante ao planejamento financeiro, tanto para solicitação de recursos financeiros, quanto para o uso, verifica-se não haver um programa estruturado que dialogue com as ações de implantação da Política Ambiental da USP.



Em seu artigo 30, a Política institui alíneas orçamentárias baseadas em indicadores. Ou seja, quando realmente houver um SGA estruturado que gere medições e indicadores, será possível gerenciar e buscar recursos, com clareza de atuação.

Um bom exemplo de caso, que mostra a efetividade de planejamento e parcerias é o projeto “Vamos de Bike”, a ciclovia, a estação de compartilhamento e as bicicletas foram fruto da parceria entre alguns atores. O material da ciclovia é fresa de asfalto, uma sobra da manutenção de rodovias doado à PUSP-FC pela Concessionária Arteris. A estação e as bicicletas do sistema de compartilhamento foram adquiridas com verba da Superintendência de Gestão Ambiental. Os paraciclos espalhados pelo *Campus* foram adquiridos com verba de multas ambientais do convênio entre o Tribunal de Justiça do Estado de São Paulo e a PUSP-FC.

Todas estas formas de alcançar recursos são essenciais numa Universidade, mas não exclui a necessidade de recursos fixos para o funcionamento do sistema de gestão ambiental.

Outro ponto importante, além da centralização e análise da informação, planejamento para uso dos recursos financeiros e um maior contingente de recurso humano, é conseguir retroalimentar as ações ambientais com os resultados de pesquisas gerados no próprio *campus*. Muitas pesquisas relacionadas com a área ambiental são geradas, com resultados inéditos e com enorme potencial de sair da escala piloto para ser aplicada à realidade, trazendo resultados importantes na conservação dos recursos naturais.

No *Campus* Fernando Costa, a Comissão Técnica de Gestão Ambiental (CTGA), prevista na PA/USP, foi constituída, em 2017, por docentes com áreas de atuação próximas às das políticas temáticas que seriam trabalhadas no Plano Diretor Socioambiental Participativo (PDSAP) e com um servidor para secretariar a comissão. Com a comissão formada, foram disparados e-mails convidando a comunidade do *Campus*, docentes, alunos de graduação e pós, e funcionários para serem voluntários para comporem os Grupos de Trabalho (GTs) nas temáticas da PA/USP.

O PDSAP está em fase de conclusão, o que se pode observar desse processo sobre a participação dos voluntários, foi uma baixa adesão, o que dificultou a construção de um documento tão complexo. Inicialmente, houve colaboração dos setores em conseguir informações para o diagnóstico, mas à medida que o tempo passava e o documento demorava a ser finalizado, as informações precisavam ser atualizadas, percebeu-se que alguns setores não estavam tão dispostos a continuar colaborando, pelos mais variados motivos, inclusive porque eram dados ainda não consolidados e eles tinha outras tarefas mais urgentes para lidar dentro da sua área de trabalho.

Com a realização do diagnóstico pelo PDSAP, percebeu-se que existem várias ações relacionadas à sustentabilidade sendo encaminhadas em todas as áreas temáticas previstas pela PA/USP, porém em muitos casos se perdem ou não geram resultados, para que se tornem um indicador para alimentar um sistema de gestão, e assim voltarem a nortear a decisão de outras ações.

## ***Barreiras à Implantação de SGAs em IES***

As barreiras encontradas para se constituir um SGA em IES vão além do tipo de ferramentas utilizadas, sendo comum a todas elas, porque são entraves que dificultam a continuidade de qualquer programa que verse sobre sustentabilidade ambiental.

Barnes e Jerman (2002) ressaltam que, pelo fato de o produto de IES ser intangível, constituído por conhecimento de alunos, um bom corpo docente, pesquisa, ensino e assim por diante, e embora os danos ambientais estejam relacionados com seu produto, a relação não é tão direta. Assim as pessoas responsáveis pelas operações e minimização dos danos ambientais dessas operações estão menos estreitamente ligadas às funções essenciais da organização do que em uma indústria, por exemplo.

Ainda segundo esses autores, outras dificuldades que as IES podem enfrentar quanto ao envolvimento das pessoas se relacionam com o fato de, ao contrário do que ocorre em uma empresa, onde o presidente fala às pessoas o que fazer, numa universidade o corpo docente corresponde a “empresários independentes”, e vários dos gestores operacionais estão ligados a superiores diferentes. Todas as pessoas na universidade podem enxergar os objetivos ambientais por diferentes óticas (conformidade normativa – gestores; cortar custos e salvar o mundo – alunos; manter atualização para o mercado – professores), sendo um ponto de negociação atender as diversas expectativas.

Em uma pesquisa feita, em 2003, por Sammalisto e Arvidsson (2005), em 15 universidades suecas, sobre as forças motrizes e obstáculos para a implantação de um SGA, foi reforçada a importância dada pela administração pública como força externa de incentivo. As diretrizes colocadas pelo governo federal sueco foram a força motriz mais indicada, com 60% das respostas, seguido do apoio do corpo docente e equipes, com cerca de 53%.

Vale citar os três maiores obstáculos enfrentados pelas universidades pesquisadas, que são: a falta de recursos e a baixa prioridade com 93%, seguido do fraco acompanhamento do gerenciamento e organização com, respectivamente, 47% e 40% das respostas. Demonstrando que a gestão ambiental ainda não tem a mesma importância que as demais áreas de gestão. A rotatividade de pessoal pode ser um problema maior em universidade do que em empresas, não apenas para os funcionários que podem ser remanejados entre unidades ou mudar de cargo, mas principalmente pelo tempo médio de residência de alunos, cerca de quatro anos. Por isso o trabalho de educação e sensibilização ambiental tem que ser dinâmico e já possuir uma estrutura em que seja possível inserir os novos alunos.

Carreiras *et al.* (2006), destacam, ainda, que as IES públicas possuem uma gestão burocrática, difusa e descentralizada, com procedimentos rígidos, resistência à mudança e contabilidade organizada, restrições financeiras e constrangimentos de calendário devidos à atividade pedagógica.

Segundo Rodrigues e colaboradores (2018 *apud* BOSCHI *et al.*, 2019), ainda, poucas universidades conseguiram um compromisso permanente de caráter sistêmico com o desenvolvimento sustentável e considera que este fato se deve, principalmente, pela necessidade de mudança organizacional, a falta de orçamento específico, a falta de conhecimento e/ou interesse na temática por parte da comunidade acadêmica.

Outras dificuldades apontadas por alguns autores estão relacionadas à falta orientações claras para a implementação de SGA para organizações com força de trabalho com alta rotatividade, e falta de diretrizes para a definição de objetivos e metas (CLARK, *et al.*, 2011; CVITANOVIC *et al.*, 2018); aos diferentes graus de envolvimento de todas as partes interessadas e falta de uma definição de papéis e responsabilidades (FISHER, 2003).

CVITANOVIC e colaboradores (2018) falam do possível conflito entre o que se considera produtividade no mundo acadêmico e outros institutos de pesquisa, que é a produção de publicações, e a aplicação prática destas publicações ou de outras produções

científicas, que não gera progressão na carreira de pesquisadores e docentes e, por isso, não gera engajamento por parte destes profissionais. Falando da necessidade de se criar maneiras de integrar as novas iniciativas, que focam no impacto das pesquisas nas políticas e práticas de sustentabilidade, na cultura universitária, gerando desenvolvimento de carreira.

A falta de envolvimento dos funcionários pode se dever a súbita mudança no estilo de gestão e trabalho, a falta de habilidade por ser uma experiência nova, e a falta de compromisso contínuo da gestão de topo que se restringe ao incentivo inicial e depois deixa tudo ao cargo dos gestores. Neste sentido, acredita-se que a ISO enfatize tanto a elaboração da política ambiental e a revisão do processo pela alta administração, não como algo que simplesmente será feito para ser imposto sobre as pessoas, mas porque se sabe que quando a alta gerência adota e se engaja em uma causa ela disponibilizará as ferramentas para fazer com que todos a sua volta ajam para atingir seus objetivos.

A falta de disponibilização de um tempo específico para treinamento, resultando até em uma carga maior de trabalho, e a não divisão do conhecimento adquirido no processo podem levar ao desânimo e falta de engajamento dos colaboradores, pois o que a universidade exige, ao mesmo tempo ela não cria as condições para a execução. Por isso, também, é importante um departamento específico para a área ambiental, pois as pessoas alocadas ali poderão organizar melhor os postos-chave da gestão ambiental e distribuir tarefas que vão sendo incorporadas nos demais setores sem sobrecarregá-los.

De maneira geral, as barreiras apresentadas por este texto para implantação de um SGA em IES, corroboram com às existentes na USP de Pirassununga. Embora, o *Campus Fernando Costa* apresente diversas iniciativas administrativas e de pesquisa na área de sustentabilidade ambiental, não estão estruturadas no contexto de um programa.

O diagnóstico realizado por ocasião da construção do Plano Diretor Socioambiental Participativo traz algumas evidências desses obstáculos. As discussões promovidas, nos diferentes grupos de trabalhos, contaram com baixa adesão de funcionários, alunos e professores. Durante os levantamentos, percebeu-se uma pluralidade de pensamentos e ideias, refletindo em diferentes graus de interesse e responsabilidade, para execução das atividades.

Outro ponto de destaque, que mostra a alienação da comunidade interna sobre às questões de gestão e educação ambiental e a necessidade de um programa estruturante, foi levantado por um questionário aplicado sobre às diferentes temáticas da PA da USP. Houve a participação de 235 pessoas, em torno de 10% da população interna, uma das questões abordou sobre o programa de coleta seletiva do *Campus*, as respostas mostraram que apenas 50 (21%) entrevistados tinham conhecimento do programa USP Recicla. O resultado é muito baixo, visto que este é um programa permanente e consolidado pela USP, além do que, no *Campus Fernando Costa*, das atividades de sustentabilidade, o USP Recicla é a de maior interação, presente na rotina de todos os frequentadores.

## **Considerações finais**

Tanto a Política Ambiental da USP, como o seu instrumento Plano Diretor Socioambiental Participativo, que recentemente tem sido trabalhado na maioria dos campi, trazem muitos requisitos da norma ISO 14001:2015 para a construção de um sistema de gestão ambiental.

O Ciclo PDCA não precisa ser apenas aplicado ao SGA como um todo, a princípio ele pode ser aplicado individualmente às ações ou programas já existentes, setores específicos, para que eles, um a um, sejam estruturados para não ficarem operando sem geração de dados, sem indicadores de desempenho, sem avaliação e sem sabermos sua importância para o *Campus* e sua necessidade de melhorias, bem como planejamento de uso de recursos. Se os próprios programas ambientais já estivessem estruturados baseando-se em requisitos básicos de um SGA, seria mais fácil expandir esse sistema.

Cada *campus* deve ter um setor destinado à gestão ambiental que esteja em consonância com a PA/USP, apoiado tecnicamente pela Superintendência de Gestão Ambiental. As comissões dos programas ambientais permanentes que estão presentes nos Campi há muitos anos são parte importante na colaboração com sua expertise, na construção de um SGA.

Não pode haver apenas voluntários nas atividades de gestão ambiental e nas ações de sustentabilidade. O comprometimento da alta direção é algo bastante discutido na Norma ISO 14001:2015, porque se os dirigentes realmente se engajam e entendem a necessidade de incluir a sustentabilidade em suas decisões, todos os setores caminharão junto.

Em uma empresa, a relação entre as atividades fim e suas consequências ambientais reflete diretamente em sua aceitação no mercado, em sua publicidade, em sua eficiência de produção. Numa Universidade Pública, com diversas unidades e institutos, com reitores e diretores com mandatos por tempo determinado, com visões e objetivos diferentes, nem sempre é tão clara a responsabilidade pela conservação ambiental, tornando a busca pelo comprometimento bastante desafiador.

Quem são os “proprietários” da Universidade que possam assumir o comprometimento com o gerenciamento dos seus impactos ambientais negativos de forma ininterrupta? Em parte, a Política Ambiental, veio para nortear as ações de conservação, como o caminho para impedir os erros. Mas ainda existe um longo caminho a percorrer para fazer dela operacional, vigente e considerada como a base obrigatória de toda atividade da Universidade, tanto nas atividades de pesquisa, ensino, extensão quanto nas atividades operacionais e administrativas.

Outro gargalo, é conscientizar, sensibilizar, motivar cada setor para que incorpore questões ambientais, entendendo suas possibilidades de colaborar com a sustentabilidade da universidade, propondo programas e projetos que envolvam suas competências, mas com o adicional de que todo o processo seja elaborado de forma participativa e integrada. Os setores devem saber sua capacidade de impactar o ambiente e receber instruções sobre que aspectos eles terão que monitorar, e assim fomentar informações ao SGA.

Muitos setores das Universidades já se encontram com um quadro bastante enxuto de servidores, e as ações ambientais, via de regra, vem inicialmente com uma carga adicional de trabalho, que muitas vezes não reflete resultados que demonstre a razão e a importância destas informações, desmotivando o servidor a participar do processo.

As perspectivas de implantação de um Sistema de Gestão Ambiental no *Campus* de Pirassununga são promissoras, sem a necessidade de muito investimento. Por outro lado, existem muitas atividades em sustentabilidade em andamento, que precisam apenas serem reestruturadas, dentro dos requisitos de um SGA, pela ISO 14001:2015, o que vai levar, entre outros resultados, a melhoria contínua destas iniciativas e a publicização interna e externa do andamento das mesmas, muito importante no processo de engajamento da comunidade.

Os sistemas de gestão ambiental têm se mostrado adequados em integrar os alicerces da universidade, suas atividades de pesquisa, de extensão, de ensino, operacionais e administrativas, em direção à sustentabilidade ambiental, permitindo com que a universidade cumpra seu papel na sociedade em todo o seu potencial.

## Referências

ABNT (b) – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO 14001**: Sistema de Gestão Ambiental. Rio de Janeiro: ABNT, 2015. 41 p.

BARNES, P.; JERMAN, P. Developing an environmental management system for a multiple-university consortium. **Journal of Cleaner Production**, vol. 10, nº 1, p. 33–39. 2002.

BOSCHI, R. S.; STROZZI, G.; SANCHES, R.; BONATO, C. C.; BUENO, V. A.; SCHLINDWEIN, M. N. **Avaliando a arborização urbana no Campus de São Carlos da Universidade Federal de São Carlos**: Ações para uma Universidade Sustentável. In *Universidades Ruma a Sustentabilidade*. Editores: Tadeu Fabrício Malheiros... [et al]. São Paulo: SGA/USP, 2019

BORGES, A. F., Rezende, J. L. P., Borges, L. A. C., Borém, R. A. T., Macedo, R. L. G., & Borges, M. A. C. S.. Análise da Gestão Ambiental nos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia. **Cerne**, 19(2), 177-184. 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-77602013000200001>.

CARREIRAS, M; FERREIRA, A. J. D.; LOPES, M; CASTANHEIRA, E. Comparison between two implementation strategies of environmental management systems. **The Quest for Sustainability: The role of Environmental Management Systems and Tools**, ESAC, Coimbra, Portugal, set., p. 27-29. 2006.

CLARK, A. The *campus* environmental management system cycle in practice 15 years of environmental management, education and research at Dalhousie University. **International Journal of Sustainability in Higher Education**, vol. 7, nº 4, p. 374-389. 2006.

CVITANOVIC, C.; LOF, M. F.; NOSTRÔM, A. V.; REED, M. S. Building university-based boundary organisations that facilitate impacts on environmental policy and practice. **Plos One** 13 (9): e0203752. 2018.

ECOCAMPUS – Projeto de assistência a implantação de sistema de gestão ambiental no setor da educação superior. 2019. Disponível em: <https://ecocampus.uk/>. Acesso em: Abril de 2019.

EMAS - **Eco-Management and Audit Scheme** (EMAS) [https://ec.europa.eu/environment/emas/index\\_en.htm](https://ec.europa.eu/environment/emas/index_en.htm). Acesso em Abril de 2020.

FERES, Y. N.; ANTUNES, F. Z. Gestão Ambiental em Instituições de Ensino: Programa Ecoeficiência e Sistemas de Gestão Ambiental do SENAC São Paulo. **Encontro Nacional Sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente**, IX, 2007, Curitiba, PR. Artigo... Curitiba, PR, 2007.

GOMES, T. M.; Iwanaga, P. R.; Moro, M. E. G. Vasconcelos, A. C. M.; Monterrey-Quintero, E. S. Plano Diretor Socioambiental Participativo do *campus* USP Fernando Costa. **National Workshop on UI GreenMetric for Universities in Brazil**, II, 2018.

INMETRO - Sistema de Gerenciamento de Certificados. **Empresas (Certifiq)**. Disponível em: <https://certifiq.inmetro.gov.br/>. Acesso em: Julho de 2019.

KILKIS, S. Comparative analyses of sustainable *campuses* as living laboratories for managing environmental quality. **Management of Environmental Quality: An International Journal** Vol. 28 No. 5, 2017. pp. 681-702

MACHADO, R. E., Fracasso, E. M., Tometich, P., & Nascimento, L. F. (2013). Práticas de gestão ambiental em universidades brasileiras. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, 7(3), 37-51.

RIBEIRO, L. A.; BRESSAN, L. W.; LEMOS, M. F.; DUTRA, C.; NASCIMENTO, L. F. Avaliação de barreiras para implementação de um sistema de gestão ambiental na UFRGS. **Encontro Nacional de Engenharia da Produção**, XXV, 2005, Porto Alegre, RS. Artigo... Porto Alegre, RS: Associação Brasileira de Produção, 2005. Disponível em: [http://www.portalga.ea.ufrgs.br/acervo/grs\\_art\\_09.pdf](http://www.portalga.ea.ufrgs.br/acervo/grs_art_09.pdf).

SAMMALISTO, K.; ARVIDSSON, K. Environmental management in Swedish higher education: Directives, driving forces, hindrances, environmental aspects and environmental coordinators in Swedish universities. **Journal of Cleaner Production**, 16, p. 299-309. 2005.

SAVELY, S. M.; CARSON, A. I; DELCLOS, G.. L. (b). An environmental management system implementation model for U.S. colleges and universities. **Journal of Cleaner Production**, vol. 15, n° 7, p. 660– 670. 2007

SENAC - Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial. **Ações internas**. 2009. Disponível em: <http://www.sp.senac.br/jsp/default.jsp?newsID=a15659.htm&testeira=1029>. Acesso em: Agosto de 2019.

TAUCHEN, J. A. **Um modelo de gestão ambiental para implantação em Instituições de Ensino Superior**. 2007. 149 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Faculdade de Engenharia e Arquitetura, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo.

OELREICH, K. V. Environmental certification at Mälardalen University. **International Journal of Sustainability in Higher Education**, vol. 5, n° 2, p. 133-146. 2004.

PUSP-FC, 2019. **O Campus**. Disponível em: [http://www.puspfc.usp.br/?page\\_id=11](http://www.puspfc.usp.br/?page_id=11)

UNISINOS - Universidade Vale dos Sinos. **Sistema de Gestão Ambiental**. 2009. <http://www.unisinos.br/institucional/meio-ambiente/sga-unisinos>. Acesso em: Julho de 2019.

UNIVERSIDADE POSITIVO. **Sustentabilidade**. Disponível em: <https://www.up.edu.br/sustentabilidade>. Acesso em Julho de 2019.

USP NA ESCOLINHA. O projeto. Disponível em: <http://uspnaescolinha.blogspot.com/p/o-projeto.html>. Acesso em: Abril de 2020.

VIEBANH, P. An environmental management model for universities: from environmental guidelines to staff involvement. **Journal of Cleaner Production**, vol 10, n° 1, p. 3–12. 2002

## Capítulo 7

# UNICAMP Laboratório Vivo para Sustentabilidade: Estratégia LixoZero

*Emília Wanda Rutkowski*

*Gislaine Aparecida Moreira*

*Maria Gineusa de Medeiros e Souza*

*Regina Clélia da Costa Mesquita Mícaroni*

*Washington Roberto Rodrigues da Silva*



Emília Wanda Rutkowski

Bacharel e Licenciada em Ciências Biológicas (Ecologia e Zoologia) pela UFMG. Mestrado pela ITE-University of Stirling. Doutorado pela FAU/USP. Livre Docente e Professora Associada na Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da UNICAMP. Atua na área de gestão e planejamento socioambientais urbanos, tendo desenvolvido projetos nos temas: planejamento ambiental estratégico, plano diretor municipal sustentável, redes técnicas ambiental e de resíduos, águas urbanas, economia circular e estratégia lixo zero, catadores de materiais recicláveis, gestão universitária sustentável.



Gislaine Aparecida Moreira

É servidora da Universidade Estadual de Campinas, membro do Grupo Gestor Universidade Sustentável, trabalha na Coordenadoria de Gestão Ambiental e Resíduos - GEARE. Bacharel em Administração pela Universidade Paulista - UNIP e especialista em Gestão da Sustentabilidade e Responsabilidade Corporativa pela Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP. Pesquisa sobre a estratégia mundial LixoZero.



Maria Gineusa de Medeiros e Souza

Possui graduação em Enfermagem e Licenciatura pela Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC) (1986), Pós Graduação Lato Sensu - Master Of Business Administration em Gerência em Saúde pela Fundação Getúlio Vargas (FGV) (2004). Atuou no Grupo de Assessoramento Técnico (GAT) na Coordenação Geral do Sangue e Hemoderivados do Ministério da Saúde na área de resíduos da Hemorrede (2007 a 2011). Tem experiência na área de resíduos com ênfase no Plano de Gerenciamento de Resíduos desde 1997. Atualmente é Secretária Executiva da Câmara Técnica de Educação Ambiental do Grupo Gestor Universidade Sustentável (GGUS) e trabalha na Gestão Ambiental e Resíduos da Universidade Estadual de Campinas.





Regina Clélia da Costa Mesquita Micaroni

Possui graduação em Química pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) (1986), mestrado em Química Analítica pela Universidade Estadual de Campinas (1984) e doutorado em Gerenciamento de Resíduos Químicos pela Universidade Estadual de Campinas (2002). Atualmente é coordenadora de Gestão Ambiental e de Resíduos (GEARE) da Universidade Estadual de Campinas (2004). É membro da Câmara Técnica de Gestão de Resíduos do Grupo Gestor Universidade Sustentável (GGUS) da UNICAMP, atuando principalmente em gestão de resíduos químicos, resíduos sólidos e gestão ambiental.



Washington Roberto Rodrigues da Silva

Graduação em Filosofia pela Pontifícia Universidade Católica de Campinas (1985), Pós Graduação Especialização Desenvolvimento Gerencial para Universidades Públicas UNICAMP (2008). Atuou na Diretoria Geral de Recursos Humanos como Analista de RH, experiência na área de desenvolvimento, na criação e ministração de cursos (1987 a 2016). Membro da Câmara Técnica de Educação Ambiental do Grupo Gestor Universidade Sustentável (GGUS) e trabalha na Gestão Ambiental e Resíduos da Universidade Estadual de Campinas.

# Introdução

Uma das reuniões preparatórias, que antecedeu a Conferência Mundial da ONU sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, aconteceu em Tailloires, França, em 1990, onde vinte reitores de diversas partes do mundo assinaram uma Declaração elencando planos de ação a serem enfrentados pelas universidades por um meio ambiente de qualidade. O reitor da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) foi um dos signatários. Desde então a universidade vem ampliando suas ações em relação aos desafios para evitar o contínuo estado de degradação ambiental do planeta, a princípio nos processos de ensino, pesquisa e extensão, seguidos de intervenções nos processos de administração de seus campi. Em 2002, a UNICAMP assumiu, em seu primeiro planejamento estratégico, a gestão como ambiental, priorizando vastos recursos para a eliminação de um enorme passivo em resíduos. Na ocasião as unidades propuseram ações particulares, como o CPQBA, Centro Pluridisciplinar de Pesquisas Químicas, Biológicas e Agrícolas, que decidiu pela estratégia lixo zero com segregação diferenciada para todos os resíduos. (LIMA Jr & RUTKOWSKI, 2002).

Em 2015, a UNICAMP definiu que seus *campi* deveriam se tornar Laboratórios Vivos para a Sustentabilidade (UNICAMP, 2015). Foi instituído o Grupo Gestor Unicamp Sustentável (GGUS) para coordenar as ações que se fizessem necessárias. Foram criadas, no âmbito do GGUS, Câmaras Técnicas (CTs), compostas por docentes e pesquisadores. Reunidos os coordenadores das CTs para estabelecer um Plano de Ação coletivo, decidiram que a CT Ambiente Urbano executaria o Diagnóstico Participativo de Percepção Ambiental da universidade, que foi realizado por meio de oficinas de cartografia social nas diversas unidades (GGUS, 2019). A arborização precária e a baixa taxa de segregação na fonte de resíduos recicláveis foram dois temas recorrentes nas oficinas.

Para alterar a relação da comunidade universitária com o descarte de resíduos urbanos foi proposta a estratégia LixoZero como diretriz de gestão dos territórios da universidade. O primeiro passo para iniciar o processo de sensibilização da comunidade universitária foi lançar, em 2018, como parte do Calendário Ambiental da UNICAMP a Semana UNICAMP LixoZero. Ficou acordado que seu período de eventos aconteceria entre o Dia Mundial da Limpeza e o Dia Mundial Sem Carro, englobando o Dia Nacional da Árvore. O Programa Lixo Zero, em fase de consolidação, propõe Projetos de Sensibilização, Prevenção, Divulgação, Certificação e Avaliação. Cada categoria possui um conjunto de ações e indicadores de desempenho.

# Laboratório Vivo

Lucchesi&Rutkowski (2019) apontam que não há uma definição consensual para Laboratório Vivo, mas um conjunto básico de elementos estão sempre presentes - múltiplos grupos de interesse, co-criação, inovação e contextualização na realidade. Os múltiplos interessados formam sempre uma relação 4Ps - parcerias-público- privado-pessoas, entre empresas, agências públicas, instituições de ensino e pesquisa e usuários, estabelecendo um ambiente de criação, validação, teste de novas técnicas, tecnologias, serviços, produtos e sistemas (WESTERLUND&LEMINEN, 2011).

Independente da origem de organização do Laboratório Vivo, sempre será uma comunidade de ensinagem<sup>3</sup> cuja produção do conhecimento parte de uma problematização da realidade. Nesse ambiente interativo de construtivismo crítico, deve-se, como dizia Paulo Freire, conhecer para entender, para averiguar, para interpretar e, transformar o mundo (GADOTTI, 2002). Esse processo de tornar idéias inovações necessita o amalgamento de diferentes conhecimentos, capacidades, habilidades e recursos. Novidades em tecnologias, processos e arranjos institucionais podem resultar quando o enfoque do laboratório vivo está emoldurado pelo desenvolvimento sustentável, ou seja, na busca por atividades econômicas com proteção ambiental e justiça social inclusiva. A problematização da realidade tem como pano de fundo que os limites biofísicos para o crescimento demandam globalmente uso eficiente de recursos na produção e novos padrões de consumo com atenção a equidade social (KÖNIG&EVANS, 2013). A perspectiva Glocal da RIO92, intrínseca ao Laboratório Vivo para a Sustentabilidade, adquire possibilidades diferenciadas sob as premissas das economias circular (Geissdoefer, Savaget, Brocken & Hultink, 2017) e da bóia salva-vidas (Raworth, 2017).

## Estratégia LixoZero

Lixo Zero foi proposto, em 1973, pelo engenheiro químico Paul Palmer para eliminar o desperdício de recursos materiais e o descarte inadequado de materiais recicláveis na indústria (PALMER, 2004). As ações desenvolvidas foram tão positivas, que suas premissas foram utilizadas tanto pela Agência Estadunidense de Proteção Ambiental (EPA, em inglês) na construção das normas nacionais anti-poluição industrial, como pelos segmentos ambientalistas da sociedade civil. O movimento Lixo Zero é uma reação contemporânea mundial frente à necessidade premente de se tratar a contínua e massiva produção de resíduos da sociedade industrial. Lixo é algo que deve ser eliminado por representar desperdício e perda de recursos, deve resignificado como resíduo, que pode ser levado para para outro processo industrial como recurso. As abordagens alternativas

---

<sup>3</sup> termo definido por Anastasiou (2012) como uma prática social complexa efetivada entre sujeitos, englobando tanto a ação de ensinar como a de aprender e apreender, em um processo contratual, de parceria proativa na construção do conhecimento.

propostas redirecionam assertivamente o foco de políticas e programas de inovação, investimento, educação e governança (HANON et al, 2019).

A adoção da estratégia Lixo Zero como política pública, desde Canberra, tem demonstrado ser um investimento assertivo econômico, social, culturalmente benéfico e democraticamente popular. Canberra na Austrália foi o primeiro município no mundo a adotar essa estratégia, em 1995, ao aprovar, após consulta popular, a lei Município Sem Lixo 2010 (CONNECT, 2013). Atualmente, o movimento Lixo Zero está presente em cidades de todos os continentes com o propósito não só de eliminar o envio de resíduos recicláveis para os aterros sanitários ou para a incineração, como alterar o padrão de consumo, que induz a uma produção desnecessária de resíduos (GAIA, 2020; ZWIA, 2018). Zaman (2015) aponta Lixo Zero como uma estratégia holística em desenvolvimento, cada vez mais adotada por gestores de diferentes setores tanto público como privado.

As universidades, desde os anos 1980, vêm adotando programas de reciclagem, nem sempre duradouros, por motivos diversos, tais como, ausência de estrutura administrativa de planejamento ambiental ou de uma política ambiental aprovada ou por não mensurar custos e desperdícios (KENIRY, 1995). Por outro lado, os campi universitários são espaços promotores de possibilidades de mudanças, que repercutem na sociedade. Não é incomum que pesquisas desenvolvidas por uma universidade seja utilizada em sua administração, adotando o *campus* como projeto piloto de ações para as cidades. Via de regra os campi universitários possuem infraestruturas tão complexas e diversidade social como as cidades em seu entorno.

A Universidade de Massey, Nova Zelândia, foi uma das primeiras a estruturar um programa Lixo Zero (MASON et al, 2003), protagonizando a organização da Rede de Cooperação Acadêmica Internacional Lixo Zero (NIZAC - Nexus for International Zero Waste Academic Collaboration, em inglês). Desde 2018, a UNICAMP, a PUC Rio e a UFSC são membros brasileiros da NIZAC (RITTIL et al, 2019).

## **A Gestão Ambiental na UNICAMP**

A Prefeitura do *Campus* possui o Departamento de Meio Ambiente responsável pela execução de limpeza dos espaços público de uso coletivo da universidade e manutenção de toda as áreas verdes da cidade universitária Zeferino Vaz, *campus* Barão Geraldo em Campinas/SP. Desde 1999, a Administração Central da Universidade decidiu adotar medidas de gestão ambiental em seus campi. As primeiras ações aconteceram em 2000 com a eliminação do lixo, principalmente de inservíveis, da margem de um de seus córregos e a recuperação das matas ciliares de nascentes e trechos não canalizados dos córregos.

O diagnóstico ambiental da UNICAMP apontou um passivo em resíduos (Lima Jr & Rutkowski, 2002). O Programa Institucional de Gerenciamento de Resíduos Biológicos, Químicos e Radioativos da Unicamp foi aprovado em 2003. Para garantir que todos os resíduos armazenados na universidade tivessem um destino adequado foi constituído o Grupo de Facilitadores da Unicamp, composto por técnicos de cada Unidade ou Órgão da universidade. Foram necessários sete anos e R\$ 1.750.000,00 (um milhão, setecentos e cinquenta mil reais) para dar uma destinação adequada a todos os resíduos perigosos armazenados desde a fundação da UNICAMP. Em 2010, o Conselho Universitário aprovou a Política Ambiental da Unicamp.

Em 2015, o Grupo Gestor Universidade Sustentável foi instituído com o objetivo de planejar, desenvolver, viabilizar institucionalmente e gerenciar políticas, ações, projetos e programas institucionais que digam respeito à *sustentabilidade socioambiental* no âmbito da UNICAMP. Está subordinado à Diretoria Executiva de Planejamento Integrado (DEPI), que é responsável pelo Plano de Desenvolvimento da UNICAMP a partir da integração dos diversos níveis de planejamento da universidade e da prospecção de cenários futuros, para tanto reporta diretamente ao Gabinete do Reitor. A Figura 1 apresenta o Organograma para a Gestão Ambiental da UNICAMP.

As Câmaras Técnicas são compostas por docentes, pesquisadores e extensionistas, que voluntariamente contribuem em sua área de expertise com propostas para implementação e consolidação dos campi como laboratórios vivos para a sustentabilidade. As CTs são assistidas pela Área Técnica do GGUS. Após a realização do Diagnóstico Participativo de Percepção Ambiental, a CT Ambiente Urbano foi absorvida pelo Grupo Físico-Espacial do Plano Diretor da UNICAMP. As outras CTs estão finalizando seus Planos de Ação.

## **Estratégia LixoZero na Unicamp**

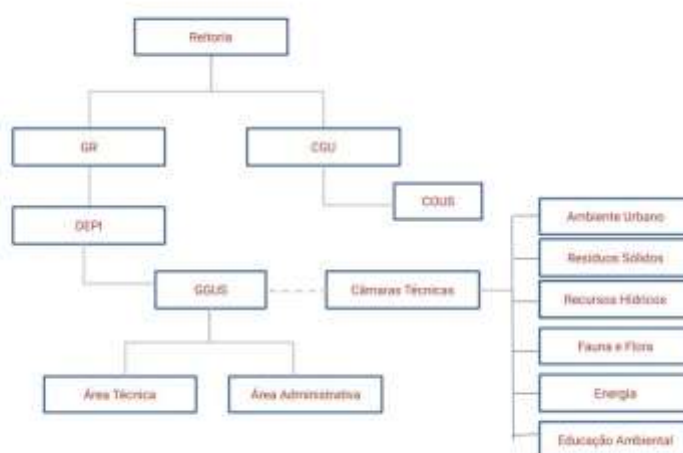
Após a eliminação do passivo de resíduos, o Grupo de Facilitadores Ambientais da UNICAMP ampliaram suas funções com objetivo de incentivar e promover ações, atividades educativas, encontros e diálogos em suas respectivas unidades e órgãos de modo a integrar a sua comunidade universitária rumo à sustentabilidade.

Ao decidir pela primeira Semana Unicamp Lixo Zero, em 2018, o GGUS, com apoio das CTs Ambiente Urbano e Educação Ambiental, organizou as Oficinas Caçadores de Boas Ações (Figura 2) com os diversos segmentos da universidade: funcionários, docentes, estudantes e cantineiros. Nas Oficinas foi discutida a estratégia Lixo Zero e os participantes sugeriram atividades e ações de mobilização da comunidade universitária durante e após a Semana. O maior restaurante universitário em Campinas e o de Limeira adotaram progressivamente a retirada dos copos descartáveis. Além das diversas atividades nas unidades, foi promovido um concurso interno para escolha do logo do Programa Unicamp Lixo Zero (Figura . 3) e a retirada dos copos descartáveis do maior restaurante universitário.

As propostas de sensibilização propostas pelas Oficinas foram relacionadas a atividades contínuas de sensibilização em rodas de conversa e ações que eliminassem os descartáveis de uso único. Oitenta e sete por cento dos frequentadores do restaurante universitário responderam favoráveis a retirada dos descartáveis, de acordo com enquête realizada. Desde então, os copos descartáveis foram retirados dois dias na semana. A redução foi de 52,8% — 2.267.500 copos de 200ml em 2018 para 1.197.500 em 2019.

O GGUS possui em sua página eletrônica uma aba dedicada às Boas Práticas Lixo Zero da Unicamp [[http://www.ggus.depi.unicamp.br/?page\\_id=1747](http://www.ggus.depi.unicamp.br/?page_id=1747)]. Desde 2003, o Trote da Cidadania recebe os calouros com uma caneca plástica no intuito de evitar o uso de copo descartável durante as refeições, principalmente nos restaurantes universitários. A Área da Reitoria eliminou o uso de copos descartáveis em suas dependências. É sugerido que todos os eventos organizados na universidade não utilize material descartável, objetivo alcançado plenamente pela CGU.

Figura 1 – Organograma da Gestão Ambiental



(GR - Gabinete do Reitor; CGU - Coordenadoria Geral da Universidade; COUS - Conselho Universidade Sustentável)

Figura 2 - Oficinas Caçadores de Boas Ações



Figura 3 – Logo Programa Unicamp Lixo Zero criado por Carlos Gustavo Moratori (funcionário FUNCAMP)



Como estímulo para a organização da II Semana Unicamp Lixo Zero, o GGUS geoespacializou todas as ações e atividades LixoZero ocorridas no *campus* de Barão Geraldo em Campinas/SP [[ArcGIS](#)]. Em 2019, o maior restaurante universitário não disponibilizou nenhum descartável ao longo da Semana Unicamp Lixo Zero. Houve uma Oficina de Composteira confeccionada com os vasilhames de transporte de sucos dos restaurantes. Cada participante levou sua composteira para casa. Diversos órgãos e unidades promoveram rodas de conversa sobre temas relacionados a resíduos. Todas as atividades desenvolvidas foram acrescentadas ao mapa interativo LixoZero. Os processos

de sensibilização continuam. Para a III Semana espera-se contar com o Personagem Unicamp LixoZero, que está sendo desenvolvido por estudantes de graduação em Artes por meio de uma Bolsa Interna de Estágio.

## Discussão

As primeiras ações da UNICAMP foram voltadas para a sensibilização da comunidade acadêmica e a troca de informações e experiências com as universidades parceiras no NIZAC. A resposta interna foi rápida e afirmativa, principalmente por parte dos estudantes de graduação, que já vinham com o Trote da Cidadania discutindo temas como consumo responsável e reciclagem. Reforçando o comprometimento da UNICAMP com um futuro sustentável e saudável, a Pró-Reitoria de Graduação tematizou, a partir de 2019, as Calouradas em torno dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

Se por um lado a UNICAMP vem trilhando o caminho que Keniry (1995) considera de programas duradouros e contínuos, por outro, percebe-se que a maioria dos vasilhames para deposição de recicláveis espalhados pelos campi não são utilizados com critério pela comunidade e/ou pelos usuários da universidade. Mason *et al* (2003) aponta a importância de um fórum permanente para que por meio da discussão contínua possam ser definidas soluções de longo alcance. Um primeiro passo nesse sentido foi estabelecido com o oferecimento, no segundo semestre de 2020, da disciplina de Assuntos Multidisciplinares sobre Lixo Zero, aberta não só a toda a comunidade universitária como a pessoas externas à UNICAMP. Ademais, a Política Nacional de Resíduos Sólidos sugere que grandes geradores como a UNICAMP adotem cooperativas de catadores de materiais recicláveis, construindo uma parceria proativa que pode estimular ainda mais os processos de sensibilização da comunidade universitária e dos usuários dos campi a analisarem seu padrão de consumo e produção de resíduos.

O próximo resíduo que deve passar a receber tratamento diferenciado é o Orgânico. Seu desperdício nos restaurantes universitários foi reduzido com a alteração no procedimento de serviço, adotado em 2000, onde a reposição de salada, arroz e feijão é livre. Lixo Orgânico Zero é a nova proposta a ser discutida na III Semana Unicamp LixoZero em 2020. A Estratégia Lixo Zero tem se mostrado um instrumento robusto para conduzir o processo de mudança de comportamento em relação a produção de resíduos recicláveis nos campi da universidade, bem como de estímulo a inserir o tema nas ações precípuas da universidade de ensino, pesquisa e extensão.

## Referências Bibliográficas

Anastasiou, L G C. **Ensinar, Aprender, Aprender e Processos de Ensino**. In Anastasiou, L. G. C.; Alves, L. P. (Org.). *Processos de ensino na universidade: pressupostos para as estratégias de trabalho em aula*. 15-44pp. 10a ed. Joinville, SC: UNIVILLE, 2012 [2004]

Connett, P. **The Zero Waste Solution**. Chelsea Green Publishing, Vermont. 2013

Gadotti, M. **Paulo Freire, 5 anos depois: um legado de esperança**. In: FÓRUM PAULO FREIRE. III Encontro Internacional. Los Angeles, set. 2002. Disponível em: [\[http://acervo.paulofreire.org:8080/jspui/bitstream/7891/3250/1/FPF\\_PTPF\\_01\\_0375.pdf\]](http://acervo.paulofreire.org:8080/jspui/bitstream/7891/3250/1/FPF_PTPF_01_0375.pdf). acesso em: 16 de novembro de 2020

- Gaia. **Theory of Change**. 2020. Disponível em: [<https://www.no-burn.org/theory-of-change/>]. Acesso em: 27 de março de 2020
- GGUS - Diagnóstico: Cartografia Social. 2019. Disponível em: [[http://www.ggus.depi.unicamp.br/?page\\_id=2448](http://www.ggus.depi.unicamp.br/?page_id=2448)]. Acesso em: 29 de março de 2020
- Geissdoefer, M; Savaget, P; Brocken, N M & Hultink E J. The Circular Economy – A new sustainability paradigm? **JCP** 143: 757-768. 2017.  
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>
- Hannon, J.; Zaman, A.; Rittl, G.; Rossi, R.; Meireles, S.; Palandi, Elisa D., 2019. **Moving Toward Zero Waste Cities: A Nexus for International Zero Waste Academic Collaboration (NIZAC)**. In: Leal Filho, Walter; Bardi Ugo. Sustainability on University Campuses: Learning, Skills Building and Best Practices. World Sustainability Series. Springer.
- Keniry, J. (1995). **Ecodemia: Campus Environmental Stewardship At The Turn Of The 21St Century - Lessons in Smart Management from Administrators, Staff, and Students**. Washington, D.C.: National Wildlife Federation. 222p
- König, A & Evans J. **Introduction: experimenting for sustainable development? Living laboratories, social learning and the role of the university** In: König A [ed] Regenerative Sustainable Development of Universities and Cities. The Role of Living Laboratories. Capítulo 1. Elgaronline Publishing. 2013.  
<https://doi.org/10.4337/9781781003640> [<https://www.elgaronline.com/view/edcoll/9781781003633/9781781003633.00007.xml>] acessado em 17 de novembro de 2019
- Lima Jr, O. F & Rutkowski, E. W. **A Gestão Ambiental da Cidade Universitária Zeferino Vaz - UNICAMP Campus Barão Geraldo, Campinas/SP**. Boletim Informativo CORI - Edição Especial, 46, Campinas: 22 - 35. 2002.
- Lucchesi, G. P ; Rutkowski, E W. **Living Labs: Science, Society and Co-creation. Encyclopedia of the UN Sustainable Development Goals**. 2ed.: Springer International Publishing, v. , p. 1-10. 2019
- Mason, I.G.; Brooking, A.K.; Oberender, A.; Harford, J.M.; Horsley, P.G. Implementation Of a Zero Waste Program At University *Campus*. Resources, Conservation and Recycling. 38 (4): 257-269. 2003
- Palmer, P. **Getting to Zero Waste**. Purple Sky Press, CA. 2004
- Raworth, K. Why it's time for doughnut economics, **IPPR Prog. Rev.** 24 (3): 216–222 2017 <https://doi.org/10.1111/newe.12058>
- Rittl, G.; Pincelli, I. P; Rutkowski, E. W; Moreira, G. A; Souza, M. G.M; Cardoso, M. G; Campos, Tácio P .M; Antunes, M. C.; Vieira, B.; Castilhos Jr, A. B. de; Avaliação da implementação da Rede Internacional de Cooperação Acadêmica Lixo Zero (NIZAC) no Brasil. **RG&SA**, 9. 2020.
- UNICAMP - Planejamento Estratégico - PLANES 2016-2020. 2020. Disponível em: [[https://www.geplanes.cgu.unicamp.br/geplanes/static/planes/Planes\\_2016\\_2020.pdf](https://www.geplanes.cgu.unicamp.br/geplanes/static/planes/Planes_2016_2020.pdf)] Acesso em: 29 de março de 2020
- Westerlund M.; Leminen S. **Managing the Challenges of Becoming an Open Innovation Company: Experiences from Living Labs**. Technology Innovation Management Review: 19-25. 2011
- Zaman, A. A Comprehensive Review Of The Development Of Zero Waste Management: Lessons Learned And Guidelines. **J Cleaner Production** 9 1: 12-25. [<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.12.013>]. 2015
- ZWIA - **ZeroWaste Definition**. 2018. Disponível em [<http://zwia.org/zero-waste-definition/>]. Acesso em: 27 de março de 2020





## Capítulo 8

# Monitoramento Inteligente de aspectos ambientais em *campus* universitário

Ana Carolina Camargo Francisco

Felipe Hashimoto Fengler

Gustavo Faria

Iara Negrêiros

Luciana Gomes Pereira Pinto

Maurício Tolotto

Raquel Barbosa Rogoschewski

Regiane Relva Romano

Roberto Silva Netto



Ana Carolina Camargo Francisco

Graduada em Matemática pela Universidade Estadual de Campinas (2004) e mestra em Matemática Aplicada pela mesma Universidade (2006). Atualmente é aluna de doutorado da Unesp Sorocaba, na área de Ciências Ambientais e tem atuado em linhas de pesquisa voltadas à Universidades inteligentes e sustentáveis. Desde 2008 é professora da Faculdade de Tecnologia José Crespo Gonzales (Fatec-Sorocaba) e do Centro Universitário Facens, onde também é membro titular do Comitê de Sustentabilidade.



Felipe Hashimoto Fengler

Graduado em Engenharia Ambiental pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2011), mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical pelo Instituto Agrônomo de Campinas (2014) e doutorado em Ciências Ambientais pelo programa de pós-graduação em Ciências Ambientais do Instituto de Tecnologia de Sorocaba - UNESP. Atua de forma abrangente nos diversos temas relacionados a sustentabilidade e engenharia ambiental. Participou no desenvolvimento de métodos de análise para áreas degradadas pela mineração na Amazonia brasileira. Desde 2012 executa atividades de planejamento agroambiental, nas áreas do sudeste e centro oeste brasileiro. Atualmente integra o corpo docente do Centro Universitário Facens, membro titular do Comitê de Sustentabilidade. Tem interesse de pesquisa nos temas relacionados as cidades inteligentes e sustentáveis, desenvolvimento de tecnologias e ferramentas de gestão ambiental para cidades inteligentes, environmental data science, geoprocessamento e sensoriamento remoto.



Gustavo de Barros Cienfuegos Faria

Engenheiro civil formado pelo Centro Universitário Facens (2018), cursando pós-graduação em Gestão de projetos e inovação, membro titular do comitê de sustentabilidade Facens. Atua na área de construção sustentável, bioconstrução e gerenciamento de projetos. Participou de vivências e imersões de permacultura e bioconstrução, com foco no aperfeiçoamento e compartilhar conhecimento. Lecionou palestras e cursos de soluções sustentáveis no mundo moderno, bioconstrução, hands on, no qual pode proporcionar para os alunos um conteúdo de maior abrangência em aulas práticas e teóricas. Atua na área sustentável da construção e indústria, focando nas inovações e tecnologias



Iara Negreiros

Possui doutorado (2018) e mestrado (2009) em Engenharia e Planejamento Urbanos pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo e graduação em Engenharia Civil também pela Politécnica da USP (1994). Atualmente é professora do Centro Universitário Facens e consultora associada da SPIn - Soluções Públicas Inteligentes. Tem experiência profissional na área de gerenciamento de projetos, facilidades e manutenção predial. Atua em linhas de pesquisa voltadas a normalização para cidades sustentáveis, inteligentes e resilientes, e ODS - Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (Agenda 2030) para cidades. Atua na ABNT/CEE -268, comissão espelho do ISO/TC 268, desde sua criação em 2015, contribuindo para a elaboração e publicação das Normas ISO para cidades, da série 37100.



Luciana Gomes Pereira Pinto

Coordenadora de Projetos no *Smart Campus®* living Lab de Cidades Humanas, inteligentes e Sustentáveis do Centro Universitário Facens. Coordenadora do Comitê de Sustentabilidade da Facens.

Formada em Comunicação Social, possui especialização em Gestão da Sustentabilidade e Responsabilidade Corporativa, e Gestão de Projetos e Inovação – certificada PMP (Project Management Professional). Atua na área de gestão de projetos especialmente com foco em Sustentabilidade, Eficiência Energética e projetos de inovação.



Maurício Tolotto

Graduado em Engenharia Ambiental, possui especialização em Saneamento Ambiental e Engenharia de Segurança do Trabalho. Membro titular do Comitê de Sustentabilidade Facens.



Raquel Barbosa Rogoschewski

Está há 10 anos no setor social promovendo responsabilidade social corporativa, empreendedorismo e sustentabilidade em empresas e organizações sociais. Já atuou em organizações nas áreas de filantropia, investimento social estratégico, engajamento voluntário, gestão de stakeholders, desenho de estratégias de sustentabilidade e responsabilidade social corporativa. Bacharel em Direito pela Universidade de São Paulo, mestra em direito societário pela Universidade de Londres, com cursos de especialização em facilitação de processos para o desenvolvimento e gestão de organizações sociais, certificada PMD (Project Management in Development) desde 2014. Coordena o Laboratório de Inovação Social do Centro Universitário Facens desde 2017. Membro fundador do Comitê de Sustentabilidade da Facens.



Regiane Relva Romano

Assessora Especial no Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações – MCTIC. Tem mais de 30 anos de experiência internacional trabalhando em TIC e Inovação. Doutora (com distinção) em Administração de Empresas, área de concentração Administração da Tecnologia da Informação FGV-EAESP. Mestre em Informática - Gerenciamento de Sistemas de Informação pela PUC-Campinas, além de Pós-Graduações (Mackenzie, UNIFIEO, FECAP, FIEO e FACENS) e Aperfeiçoamento Internacional em Varejo na Universidade de Ohio, em RFID na Universidade de Arkansas, em negócios na Universidade Columbia e em Cidades Inteligentes na Universidade de Lleida. Ex-CEO da VIP-Systems Informática & Consultoria Ltda. Escritora. Pesquisadora e consultora de Inovação, IoT, AIDC, RFID e Tecnologias Emergentes para negócios e Cidades Inteligentes. Palestrante Internacional. Idealizadora da 1a. Loja Inteligente da América Latina, pelo qual recebeu o Prêmio ID People America Awards e de Automação da GS1. VP de Educação do ISCBA. Ex-Diretora de Pesquisa e Extensão do Centro Universitário Facens e do Smart *Campus*® Facens, projeto premiado dentro e fora do país.



Roberto Silva Netto

Recebeu diploma de Graduação (2001), Mestrado (2006) e Doutorado (2018) em engenharia elétrica pela Universidade Feredal de Itajubá. Durante o doutorado, passou um ano no Politecnico di Milano para realizar um período de mobilidade pelo programa ERASMUS MUNDUS. Realizou pesquisas voltadas em Comunicação de Dados, Segurança da Informação, Inteligência Artificial, Simulação de Sistemas Elétricos, Simulações de Tempo Real, Interoperabilidade em Smart Grids e Sistemas Multiagentes. Em 2019 trabalhou como pesquisador no Instituto de Tecnologia da FIT, onde realizou trabalhos no desenvolvimento de aprimoramentos de produtos usando Deep Learning, Visão Computacional, IoT e Sistemas Embarcados. Também em 2019 ingressou no Centro Universitário Facens, onde atua como professor da Engenharia Elétrica e Mecatrônica e Coordenador Técnico do Smart *Campus*® Facens. Seus interesses de pesquisa também incluem modelagem e análise de sistemas de distribuição de energia, automação de distribuição, micro-redes e Smart Cities, Machine Learning, Deep Learning e Visão Computacional

## Introdução

De acordo com Draeger (2015), as cidades estão sendo impactadas diretamente por três fatores: crescimento populacional, mudanças climáticas e a tecnologia. Dessa forma, haverá a necessidade de se fazer um planejamento minucioso, para rever: processos de urbanização, mobilidade urbana, segurança, saúde e qualidade de vida, educação e gerenciamento de recursos naturais.

Segundo o modelo da ITU - União Internacional de Telecomunicações (2019, p. 4), uma cidade inteligente sustentável é aquela que

utiliza as tecnologias e outros meios para melhorar a qualidade de vida, a eficiência da operação dos serviços urbanos e a produtividade sustentável, garantindo que sejam atendidas as necessidades das gerações atuais e futuras em relação aos aspectos econômicos, ambientais e socioculturais.

O relatório “Perspectivas Mundiais de População 2019: Destaques da Organização das Nações Unidas” (UNITED NATIONS, 2019) indica que a mesma deve crescer em 2 bilhões de pessoas nos próximos 30 anos, passando dos atuais 7,7 bilhões de indivíduos para 9,7 bilhões em 2050. Segundo o estudo, o Brasil que já tem uma grande concentração nas áreas urbanas, deverá continuar a crescer nessa área.

Dessa forma, o enfoque do desenvolvimento sustentável representa uma questão chave na sociedade contemporânea, com relevância em âmbito nacional e internacional. A incorporação e operacionalização dos diversos conceitos e paradigmas associados à sustentabilidade confrontam o antagonismo entre a produção econômica e a degradação socioambiental, constituindo um âmbito de construção conceitual e prática extremamente desafiadores.

Os 17 ODS – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (UNITED NATIONS, 2015) determinam ambiciosos objetivos nas três dimensões do desenvolvimento sustentável – desenvolvimento econômico, inclusão social, e sustentabilidade ambiental, fundamentados para uma boa governança. Porém, a transformação dos ODS em ferramentas práticas para solução de problemas carece de medidas e dados que contemplem desde a mobilização de governos, academia, sociedade civil e empresas até a existência de um painel para monitorar o processo e assegurar responsabilidades e a criação de instrumentos de gestão para as transformações necessárias para se alcançar os ODS até 2030.

Nesse contexto, as Instituições de Ensino Superior - IES têm por responsabilidade a formação de agentes transformadores, capazes de adequar sua prática profissional a esses novos paradigmas de desenvolvimento. Como qualquer outra organização, uma universidade também tem potencial de gerar impactos adversos significativos. Seja pelo uso excessivo de energia, sobrecarga do sistema viário, produção de resíduos, efluentes líquidos ou pelo processo de expansão e desenvolvimento do *campus* (AMRINA; IMANSURI, 2015). Internacionalmente, há um crescente aumento nas preocupações relacionadas à sustentabilidade das instituições de ensino superior, pois, diferentemente de outras corporações, instituições educacionais têm impacto direto na formação dos recursos humanos, que serão protagonistas na implementação do desenvolvimento sustentável (LI; GU; LIU, 2018).

O número de administradores de universidades que têm buscado o desenvolvimento de modelos de gestão sustentáveis vem aumentando no período recente (ALSHUWAIKHAT; ABUBAKAR, 2008). Além da intenção de formar cidadãos

conscientes de seus papéis na sociedade na qual estão inseridos, as universidades também buscam adotar medidas que incorporem a sustentabilidade em suas outras atividades cotidianas, de pesquisa, extensão e operação (LOZANO et al., 2015).

As universidades podem ser entendidas como protótipos de cidades e, como tais, apresentam desafios similares, relacionados à governança, inovação, pesquisa, infraestruturas e mobilidade. A avaliação de sustentabilidade compreende processos abrangentes, complexos e dinâmicos, que em sua essência devem permitir (BOND; MORRISON-SAUNDER; POPE, 2012): (i) Direcionar imperativos de sustentabilidade à evolução positiva, (ii) Estabelecer um conceito viável de sustentabilidade no contexto de decisões e avaliações individuais; (iii) Adotar mecanismos formais para lidar com relações inversas (*trade-offs*) inevitáveis de uma forma aberta, participativa e responsável; (iv) Incluir as inevitabilidades plurais da avaliação de sustentabilidade; (v) Gerar aprendizado.

Para cidades inteligentes, indicadores e metas representam importantes instrumentos de planejamento e de participação da sociedade civil e envolvem uma fundamental metodologia de fortalecimento dos mesmos. Há uma vasta gama de documentos de referência em desenvolvimento sustentável, de metodologias e ferramentas de avaliação, em conjunto com o acesso limitado a detalhes do sistema pelas autoridades da cidade e partes interessadas (MALHEIROS; COUTINHO; PHILIPPI JR, 2012) (ISO, 2014) (MATTONI; NARDECCHIA; BISEGNA, 2019) (CEDANO; MARTINEZ, 2010). Porém, essa situação cria uma condição nebulosa para planejamento e adoção de práticas sustentáveis. Esses desafios não se limitam a implementação de processos sustentáveis, mas também na avaliação e melhoria contínua dessas abordagens, considerando a necessidade de ações holísticas e integradoras voltadas para a sustentabilidade, inteligência e resiliência de comunidades.

Além disto, a definição de inteligência é “abordada em termos de desempenho, relevante a soluções implementáveis tecnologicamente” (ABNT, 2017a, p. 2). Estas novas abordagens de utilização de tecnologias provenientes da Internet das Coisas (IoT), transparência algorítmica e inteligência artificial vêm exigindo o aprimoramento da infraestrutura de redes e bancos de dados, promovendo a migração do modelo de armazenamento para dados em nuvem, e ampliando a inteligência e cruzamento de bases de dados, com maior eficiência na detecção e monitoramento de indicadores. Em Cidades Inteligentes, estas tecnologias proporcionam soluções para mobilidade urbana, segurança dos cidadãos, otimização das utilidades (energia, água, etc.), com base em ferramentas como *smart grids*, entre outras. Isto demanda proteção dos cidadãos, sem inibir a inovação e o uso benéfico de novas tecnologias, por meio de capacitação. Isto posto, as instituições de ensino e pesquisa desempenham papel relevante em colocar em prática as inovações e melhorias necessárias para a formação de recursos humanos para a realidade futura (MCTIC, 2018).

Portanto, um dos desafios associados à sustentabilidade universitária relaciona-se diretamente com o gerenciamento de dados para a tomada de decisão assertiva nos cenários complexos e dinâmicos que permeiam as atividades cotidianas de ensino, pesquisa e extensão.

Segundo Malheiros, Coutinho e Philippi Jr (2012), um dos fatores-chave na viabilização de bons indicadores de sustentabilidade é o estabelecimento de sistemas de monitoramento que viabilizem a coleta de dados com qualidade, regularidade e acesso pelos diferentes atores envolvidos na tomada de decisão. Assim, um sistema de

indicadores de sustentabilidade deve ser uma ferramenta presente e constante nos processos decisórios.

Com o propósito de permitir a extensão do aprendizado da sala de aula para vivências práticas e reais, porém em ambiente controlado, que o Centro Universitário Facens iniciou o programa *Smart Campus*<sup>®</sup>. O programa teve início em setembro de 2014, quando idealizou-se a unificação de várias atividades desenvolvidas pelo *campus* da faculdade, que tinham relação com o tema de Cidades Inteligentes, tais como gerenciamento de resíduos sólidos, interesse em investimento em eficiência energética e energia renováveis, entre outros.

No *Smart Campus*<sup>®</sup> Facens, os alunos, os professores e a comunidade são incentivados a criarem novas soluções que utilizem o conceito de IoT; eficiência energética, fontes alternativas de energia; mobilidade urbana; construção de habitação a preços acessíveis; interação social; incentivo à medicina preventiva e bem-estar; tecnologias industriais inovadoras; melhoria da qualidade dos processos de produção, o fomento ao empreendedorismo e à gestão de negócios contemporâneos. O objetivo é otimizar os recursos disponíveis, desenvolver e aplicar novas tecnologias e mudanças culturais alinhadas com o tripé "meio ambiente, sociedade e economia". O projeto está amplamente relacionado à Agenda 2030 e aos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU

Em seus mais de 6 anos de existência, o *Smart Campus*<sup>®</sup> já vivenciou diferentes fases de implementações de projetos. As primeiras atividades realizadas, em parceria com o programa G-Lab do MIT (Instituto de Tecnologia de Massachusetts) em 2014, foram identificar as áreas de atuação, hoje denominados de eixos de atuação, e definir os primeiros projetos a serem implementados. Ao longo dos anos, projetos de grandes impactos e investimentos foram desenvolvidos como a implementação de sistema fotovoltaico, dispositivos de IoT e diversos projetos de pesquisa somando em torno de 315 implementações. Entretanto, foi em 2018 que o programa deu um salto tecnológico e inovador por meio da integração de todas as soluções já implementadas com o armazenamento de dados e/ou informações em tempo real em um *software* supervisor, com demonstração em um *DashBoard*.

Os objetivos de implementação de um *smart campus* como um laboratório urbano para as abordagens associadas ao tema de cidade inteligente, e sendo uma referência de sustentabilidade, geram novas linhas de ensino, pesquisa e inovação. Estes objetivos englobam atrair talentos de estudantes e pesquisadores, estimular pesquisa interdisciplinar, oferecer cursos e diplomas relacionados a cidades inteligentes, incentivar a inovação e a criação de novos serviços e produtos, padrões de compartilhamento, dados abertos e diretrizes com o mundo, bem como transformar o *campus* em um laboratório vivo (FORTES et al., 2019) (PAGLIARO et al., 2016). A partir da implementação do *DashBoard*, o programa caracterizou-se ainda mais como um *Living Lab* de *Smart Cities*, passando a ter uma central de monitoramento e controle.

Esse capítulo tem por objetivo relatar uma experiência de incorporação de *data science* e internet das coisas em atividades universitárias do Centro Universitário Facens, explorando um conceito inovador em termos de sustentabilidade universitária, buscando também compartilhar os aspectos positivos e negativos da mensuração e tomada de decisão através de um sistema de monitoramento contínuo e inteligente.



## Desenvolvimento do monitoramento via *Dashboard*

O *Smart Campus*<sup>®</sup> é um programa premiado nacionalmente e internacionalmente, tendo se tornado uma marca registrada devido ao seu pioneirismo. Mesmo com reconhecimentos, busca a inovação constante em seus processos e projetos para melhoria contínua e adaptabilidade às necessidades e desafios do mundo atual. Utiliza o espaço do *campus* e suas operações reais como um ambiente de implementação de projetos no modelo *Living Lab*, simulando a implementação de uma Cidade Inteligente e Sustentável em um *campus* universitário. O programa é dividido em 9 eixos de atuação, a saber: Educação, Saúde e Qualidade de Vida, Tecnologia da Informação e Comunicação - TIC, Energia, Indústria e Negócios, Mobilidade e Segurança, Meio Ambiente, Urbanização e Governança.

Por estar situado dentro em um Centro Universitário de engenharia, arquitetura e tecnologia, muito além de criar inovações para a área, possui cunho educacional, proporcionando aos estudantes a visão holística do mundo contemporâneo, que abrange a multidisciplinaridade profissional, a urgente necessidade do exercício da cidadania e a prática da vida pessoal/profissional dentro dos conceitos da sustentabilidade.

O *DashBoard* do *Smart Campus*<sup>®</sup> foi idealizado após os primeiros projetos para o *campus* inteligente e sustentável serem implementados, tendo em vista que cada dispositivo/sistema possuía uma tela própria de monitoramento remoto *on-line* de dados. Como exemplo dessas primeiras implementações mencionamos as telas do sistema fotovoltaico, da estação meteorológica e do monitoramento de consumo de energia da cabine de entrada do *campus* da Facens.

Nos três casos, o projeto implementado deixou como legado o monitoramento remoto de seus parâmetros de funcionamento, como verifica-se nas Figuras 1 e 2. Na Figura 1 observam-se os dados em tempo real gerados pelo sistema fotovoltaico, com parâmetros de potência (kW), balanço energético (kWh), rendimento financeiro (R\$), economia de CO<sub>2</sub> (t) e registros meteorológicos. Esses dados são gerados pelo sistema do próprio fornecedor de inversores de frequência do sistema fotovoltaico instalado.

Figura 1. Monitoramento online sistema fotovoltaico Facens. Fonte: os autores.



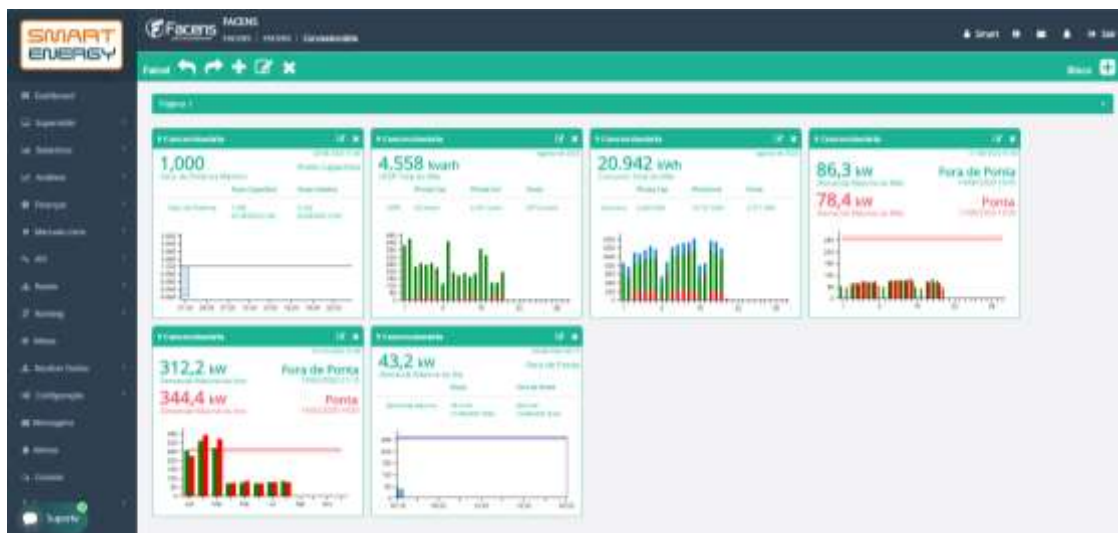
A Figura 2 mostra os dados em tempo real gerados pelo sistema da estação metereológica instalada no *campus* Facens pelo Smart Campus®. Os dados referem-se a parâmetros de temperatura do ar (°C), ponto de orvalho (°C), radiação solar (W/m<sup>2</sup>) e Déficit de Pressão de Vapor (kPa)

Figura 2. Monitoramento Online Parâmetros Estação Metereológica Facens. Fonte: os autores.



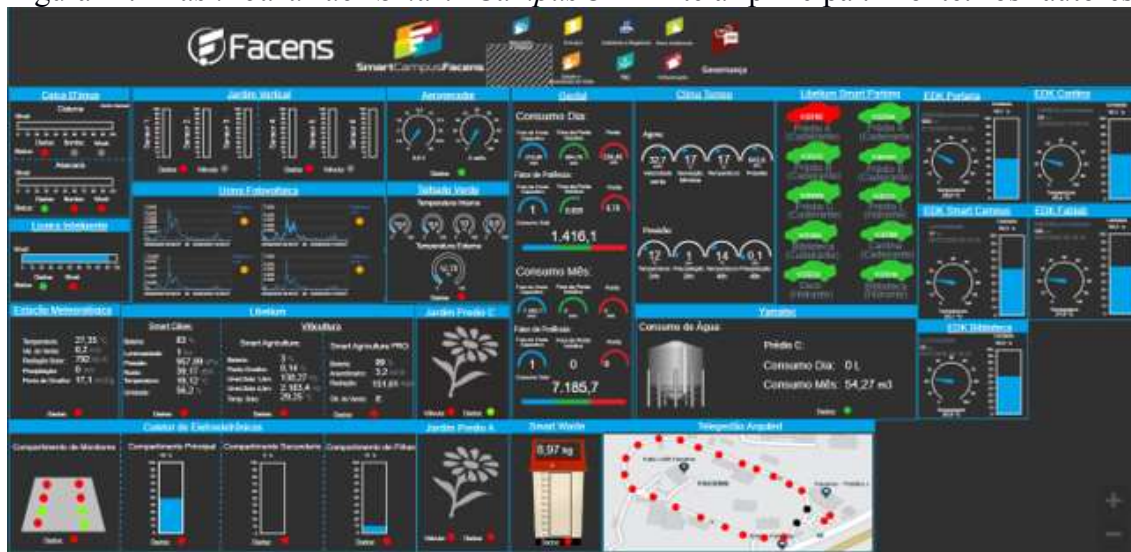
Na Figura 3, observam-se os dados de energia elétrica da cabine primária do *campus* da Facens, com parâmetros como fator de potência, consumo (kWh) e demanda (kW).

Figura 3. Monitoramento Online Parâmetros de Energia Elétrica Facens. Fonte: os autores.



Os *dashboards* de visualização dos sistemas legados dos projetos implementados possuem origem de fornecedores, linguagem computacional e links web diferentes, com necessidade de acesso isolado para obtenção de dados. Conforme os projetos foram sendo implementados no *Smart Campus®* foi se tornando inviável o acesso para acompanhamento de dados em cada um dos sistemas isolados. Por esse motivo, foi desenvolvido um sistema que permitiu a visualização única em dashboard dos principais parâmetros de cada um dos sistemas legados, caracterizando o monitoramento do *Smart Campus®* como uma Central de Operação e Controle de uma *smart city*, em pequena escala, conforme observa-se na Figura 4.

Figura 4: *DashBoard do Smart Campus®* – tela principal. Fonte: os autores.



Essa visualização única de dashboard foi possível de ser implementada devido a parceria do Centro Universitário Facens com a empresa OsiSoft – em específico seu *software* PI System. Por meio do uso do PI System, foi possível a criação de um único *DashBoard*, com as informações de todos os sensores e sistemas de cloud convergindo em um único ponto. Criando assim um sistema homogêneo de informação, mesmo quando ainda não é possível obter uma interoperabilidade atrelada aos sensores e o envio de suas informações.

A parceria se mantém há mais de 3 anos, com apresentação do *DashBoard* em simpósios e feiras da empresa OsiSoft como um caso de sucesso, tendo em vista que foi aplicado em um contexto de *Smart Campus®* pela primeira vez na Facens, apesar da empresa possuir casos consolidados de integração de sistemas em dashboard no mercado industrial, com foco especial em gerenciamento de *facilities* (água, energia e gás).

O sistema PI System é capaz de controlar e monitorar dados extraídos dos sistemas físicos, gerando tabelas, gráficos e interfaces que serão atualizadas em tempo real, e a partir delas, é possível aplicar cálculos de eficiência energética, economia de água e energia, fluxo de água, segurança, qualidade do ar, clima, identificação de defeitos através de alarmes e manutenção preventiva e corretiva, por meio da aplicação dos conceitos de IoT, Inteligência Artificial.

A partir do momento que o *Smart Campus®* integrou todos os dados em uma visualização *DashBoard* a riqueza de informações e possibilidades de gerenciamento com maior eficiência ficou mais evidente a toda equipe de trabalho, tendo em vista que em 3 anos foram integrados dados de mais de 15 sensores e sistemas do *campus* Facens.

Essa tarefa, por mais trivial que pareça, demandou muito trabalho e estudo para adequação dos vários protocolos existentes para envio e troca de informação. Partindo da camada física, onde as informações podem vir de uma interface Ethernet (cabos), ou por meio de uma interface wireless, ou ainda, utilizando protocolos de LPWAN (*Low Power Wide Area Network*) como SigFox e LoRa. Subindo a pilha e tratando da camada de aplicação, o desafio continua, pois, há sensores que enviam as informações diretamente à plataforma através de MQTT ou usando métodos HTTP (REST). Porém, seguindo uma tendência, muitos sensores, como o de consumo de energia e de água, enviam suas informações para uma nuvem, onde todas as informações do mesmo são consolidadas e disponibilizadas ao usuário.

A partir do momento em que todos os sistemas em funcionamento estavam projetando seus dados em uma tela dashboard, a equipe do Smart *Campus*®, bem como os pesquisadores da área ambiental do *campus* Facens passaram a vislumbrar a possibilidade de gerar relatórios de ganhos ambientais proporcionados pelos projetos implementados, tendo em vista a fácil obtenção de dados históricos.

Nessa busca por padrões estabelecidos no mercado para emissão de relatórios ambientais, a primeira tentativa foi realizar a análise de aplicabilidade da ABNT NBR ISO 37120:2017 (ABNT, 2017b). Entretanto, a implementação não pareceu viável, tendo em vista que a norma possui muitos indicadores somente aplicáveis a cidades, não sendo adequado para um *campus* universitário.

Tal dificuldade impulsionou a busca por conjuntos de indicadores de desempenho para *campus* universitários. Por meio da revisão da literatura (GÓES, 2015) (AMRINA; IMANSURI, 2015) surgiu a escolha pelo conjunto de indicadores do *GreenMetric World University Ranking* como instrumento norteador de ações e gerenciamento, uma vez que julgamos ser um instrumento de fácil aplicabilidade, gratuito e bem consolidado mundialmente, além de, por sua própria natureza de ranqueamento, permitir a comparação com iniciativas de universidades ao redor do mundo. Apesar de tal conjunto de indicadores estar relacionados à sustentabilidade, entende-se que todo investimento tecnológico no desenvolvimento do Smart *Campus*® não faria sentido se não fosse motivado por tal razão. Assim, viu-se nele não só um conjunto de indicadores voltados para a realidade de um *campus* universitário mas também uma oportunidade de conhecer os esforços que universidades ao redor do mundo estão dedicando pela mesma causa, possibilitando a identificação de pontos de melhorias e diferenciais já alcançados, bem como trazendo uma importante ferramenta de priorização de projetos para controle de um *campus* sustentável.

No primeiro ano de experiência do Centro Universitário Facens com a implementação dos indicadores do *GreenMetric ranking* notou-se no sistema supervisor do Smart *Campus*® uma importante ferramenta, tendo em vista a confiabilidade dos dados históricos obtidos através de dispositivos de Internet das Coisas, além da rapidez para coleta desses dados. Nesse contexto, destacam-se os indicadores da Categoria 2 “Energia e Mudanças Climáticas”, em especial os indicadores “2.4 Número de fontes energias renováveis no *campus*”, “2.6 O uso total de eletricidade por ano” e “2.5 Energia Solar”.

O indicador “2.4 Número de fontes energias renováveis no *campus*” foi facilmente identificado ao observar os dados de entrada de energia do *campus* consolidados no *DashBoard* do Smart *Campus*® Facens, a saber Energia Fotovoltaica, além da energia adquirida da concessionária local.

Por conseguinte, o indicador “2.5 Energia Solar” pode ser consolidado pela equipe com a exportação dos dados do *Dashboard*, junto ao *software* Solar Web da empresa Fronius, tendo apenas a especificação do ano base desejado como parâmetro de busca, conforme ilustra a Figura 5.

Figura 5. Dados Ano 2018 de Potência Gerada pela Sistema Fotovoltaico do Centro Universitário Facens. Fonte: os autores.



A mesma facilidade de captura de dados e análises consolidadas ano a ano foi possível realizar no indicador “2.6 O uso total de eletricidade por ano”, tendo em vista o monitoramento em tempo real remoto disponibilizado no *Dashboard* do *Smart Campus*® junto ao *software* Smart Energy da empresa Gestal, como pode ser observado na Figura 6.

Figura 6. Gráfico de dados de Consumo kWh do Centro Universitário Facens – Ano 2018.



Fonte: os autores.

É possível afirmar que a facilidade de obtenção de dados e a confiabilidade das informações disponibilizadas por sistema de telemetria, assim como a alocação dos mesmos em um *Dashboard* único permitiu ao grupo de trabalho envolvido na coleta dos indicadores do GreenMetric a análise crítica em cima dos dados, o que não seria possível caso a consolidação das informações demandasse mais tempo. Tal instrumento também possibilita o gerenciamento contínuo desses dados, e não apenas uma fotografia estática

anual, fazendo com que os indicadores do GreenMetric se tornem indicadores de gerenciamento de performance ao *campus* universitário.

O próximo passo é o desenvolvimento de um plano de ação para que os demais dados, relacionados aos demais indicadores, possam ser coletados de forma mais autônoma em anos subsequentes, utilizando para tanto a experiência adquirida com o gerenciamento de informações já automatizadas e disponíveis no *DashBoard*.

## Resultados e discussão

Foi identificado um grande diferencial em confiabilidade de dados, bem como facilidade de captura de dados para alguns indicadores do *Ranking* GreenMetric, pelo fato de já estarem com dispositivos IoT integrados ao *DashBoard* do *Smart Campus*® Facens. Dessa forma, foi verificado que a existência de registros prévios organizados e históricos alocados ao *DashBoard* de controle e armazenamento permitem o monitoramento instantâneo, em tempo real, de alguns indicadores do ranking, permitindo análise crítica e contínua, planos de ação emergenciais, e tomadas de decisões assertivas ao longo do ano. Com isso, foi possível aferir que há somente ganhos ao se incluir o conceito “*Smart*” na gestão de um *campus* com metas de sustentabilidade.

Com a experiência adquirida do Centro Universitário Facens de uso de dados de telemetria para acompanhamento de indicadores GreenMetric, pretende-se para a etapa seguinte a priorização de projetos no *Smart Campus*® como a inserção de telemetria para coleta de dados em tempo real em especial para categoria 4 “Água” aos indicadores “4.1 Implementação do programa de conservação de água; 4.2 Implementação do programa de reciclagem de água; 4.3 Utilização de aparelhos eficientes em termos de água e 4.4 Tratamento da água consumida”. Bem como, na categoria 5 “Transporte” para os indicadores “5.2 Número de carros que entram na universidade diariamente e 5.3 Número de motocicletas que entram na universidade diariamente”.

É possível afirmar também que a existência consolidada do programa *Smart Campus*®, a qual sempre teve um olhar de implementação de processos, projetos, eventos e atividades em prol de construir uma mini cidade mais inteligente e sustentável, teve importante impacto positivo nos indicadores do GreenMetric.

Com base na experiência adquirida, o grupo de trabalho do GreenMetric no Centro Universitário Facens está fazendo um trabalho de análise crítica nos indicadores do GreenMetric que estão gerando maiores esforços para captura de dados, de forma a estabelecer novos procedimentos com alocação de responsabilidades interdepartamentais, para que a captura e consolidação de dados faça parte do processo administrativo operacional do *campus* de maneira contínua. Ademais, o trabalho do grupo do GreenMetric do Centro Universitário Facens tem o objetivo de identificar, durante a experiência de levantamento dos dados para o ranking, todos os indicadores que poderão ter tecnologia aplicada de IoT, ou outros dispositivos de monitoramento em tempo real, integrados ao *DashBoard* do *Smart Campus*® Facens, para que o gerenciamento dos indicadores GreenMetric seja uma ferramenta de gestão da sustentabilidade do Centro Universitário Facens, com análise de dados mensais para melhoria contínua de planos de ação em busca de um *campus* sustentável.

O Centro Universitário Facens, como um ambiente vivo de inovação, está se reinventando constantemente para buscar incansavelmente soluções que possam melhorar a gestão sustentável de seu *campus*, visando o bem coletivo e permitindo a vivência dos seus colaboradores, alunos e professores em um ambiente de aprendizado prático,

tornando assim a comunidade Facens cada dia mais madura e ciente de suas ações rumo ao novo modelo de sociedade necessária para o bem estar do planeta.

## Referências

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 37100:2017 - Desenvolvimento sustentável de comunidades - Vocabulário**, 2017a.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 37120:2017 - Desenvolvimento sustentável de comunidades - Indicadores para serviços urbanos e qualidade de vida**, 2017b.

ALSHUWAIKHAT, H. M.; ABUBAKAR, I. An integrated approach to achieving *campus* sustainability: assessment of the current *campus* environmental management practices. **Journal of Cleaner Production**, v. 16, n. 16, p. 1777–1785, 2008.

AMRINA, E.; IMANSURI, F. Key Performance Indicators for Sustainable *Campus* Assessment: A Case of Andalas University. In: **Lecture Notes in Electrical Engineering**. [s.l: s.n.]. v. 349p. 11–18.

BOND, A.; MORRISON-SAUNDER, A.; POPE, J. Sustainability Assessment: the State of the Art. **Impact Assessment and Project Appraisal**, n. September, p. 37–41, 2012.

CEDANO, K.; MARTINEZ, M. Consensus indicators of sustainability for urban infrastructure. Proceedings of the 2010 IEEE International Symposium on Sustainable Systems and Technology, ISSST 2010, 2010.

DRAEGER, D. D. Optimizing Cities: Get the gist on the future of cities. Abril de 2015.

FORTES, S. et al. The *campus* as a smart city: University of Málaga environmental, learning, and research approaches. **Sensors (Switzerland)**, v. 19, n. 6, 2019.

GÓES, H. C. DE A. Análise Comparativa de Instrumentos para Avaliação da Sustentabilidade em Universidades visando uma proposta para o Brasil. UFRJ/COPPE, 2015.

ISO - INTERNATIONAL STANDARDIZATION ORGANIZATION. **ISO/TR 37150:2014 — Smart community infrastructures — Review of existing activities relevant to metrics (Technical Report)**, 2014.

ITU - INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION. **Recommendation ITU-T Y.4904: Smart sustainable cities maturity model**. ITU-T - Telecommunication Standardization Sector of ITU, 2019. Disponível em: <<https://www.itu.int/rec/T-REC-Y.4904-201912-I/en>> Acesso em 24.03.2020.

LI, Y.; GU, Y.; LIU, C. Prioritising performance indicators for sustainable construction and development of university *campuses* using an integrated assessment approach. **Journal of Cleaner Production**, v. 202, p. 959–968, 2018.

LOZANO, R. et al. A review of commitment and implementation of sustainable development in higher education: Results from a worldwide survey. **Journal of Cleaner Production**, v. 108, p. 1–18, 2015.

MALHEIROS, T. F.; COUTINHO, S. M.; PHILIPPI JR, A. Desafios do uso de indicadores na avaliação da sustentabilidade. In: **Indicadores de sustentabilidade e gestão ambiental**. Barueri: Manole, 2012. p. 1–29.

MATTONI, B.; NARDECCHIA, F.; BISEGNA, F. Towards the development of a smart district: The application of an holistic planning approach. **Sustainable Cities and Society**, v. 48, n. April, 2019.

MCTIC - MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, I. E C. **Plano de Ação para a Promoção da Inovação Tecnológica**, 2018. Disponível em: <[http://www.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/arquivos/ASCOM\\_PUBLICA\\_COES/plano\\_de\\_acao\\_para\\_promocao\\_da\\_inovacao\\_tecnologica.pdf](http://www.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/arquivos/ASCOM_PUBLICA_COES/plano_de_acao_para_promocao_da_inovacao_tecnologica.pdf)> Acesso em: 20.11.2019.

PAGLIARO, F. et al. A roadmap toward the development of Sapienza Smart Campus. **EEEIC 2016 - International Conference on Environment and Electrical Engineering**, 2016.

UNITED NATIONS. **Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development**, 2015. Disponível em: <[https://www.un.org/ga/search/view\\_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E](https://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E)>. Acesso em 15.04.2016.

UNITED NATIONS. **World Population Prospects 2019: Highlights**. Department of Economic and Social Affairs. 23 de julho de 2019. Disponível em: <[https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2019\\_Highlights.pdf](https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2019_Highlights.pdf)> Acesso em 25.03.2020.



## Capítulo 9

Nível I

Funcionários e  
Clientes

Nível II

Prestadores de  
Serviço

# Requisitos para Certificação Ambiental Corporativa no Senac

*Leandro Alves de Oliveira*

*Mariana Zagatti*



Leandro Alves de Oliveira

Bacharel em Administração pela Unisan'Anna, Pós-graduado em Gestão Ambiental pelo Senac São Paulo e Auditor Líder da ABNT ISO 14.000 pela De Norske Veritas – DNV. Atua na coordenação do Programa Ecoeficiência do Senac São Paulo desde 2007 e é membro do Conselho de Sustentabilidade da Federação do Comércio de Bens, Serviços e Turismo do Estado de São Paulo.

E-mail: [leandro.oliveira@sp.senac.br](mailto:leandro.oliveira@sp.senac.br)



Mariana Zagatti

Bióloga, Pós-graduada em Gestão Ambiental pelo Senac SP. Atualmente é Gestora Ambiental do Senac – SP e atuou durante 7 anos no Centro Universitário Senac – Santo Amaro com educação ambiental, gestão de resíduos, fiscalização ambiental, gestão integrada, elaboração de estudos de impactos ambientais, auditoria, licenciamento ambiental e consultoria.

E-mail: [mariana.zagatti@sp.senac.br](mailto:mariana.zagatti@sp.senac.br)

## Introdução

O Senac São Paulo é uma das instituições com maior oferta de educação profissional no Brasil. Seu portfólio oferece produtos educacionais nas seguintes áreas do conhecimento: saúde e bem-estar; gestão e negócios; gastronomia e nutrição; tecnologia da informação; design e arquitetura; desenvolvimento social; meio ambiente, saúde e segurança no trabalho; educação; moda e beleza, hotelaria e eventos e comunicação e artes. Os cursos dessas áreas são ofertados nas seguintes modalidades de ensino: cursos livres, técnicos, de graduação (bacharelado, tecnologia e licenciatura), extensão universitária, pós-graduação lato sensu e, para o ano de 2021, o Senac São Paulo ofertará o Ensino Médio Técnico em 9 unidades. Existe também uma significativa agenda de palestras, workshops e outras atividades; incluindo ainda programas de educação a distância e atendimento corporativo.

Cada unidade do Senac tem a missão de levar educação à população da sua cidade e região. A estrutura atual conta com 17 unidades na capital (1 na zona norte, 3 na zona central, 6 na zona leste, 4 na zona oeste e 3 na zona sul), 5 unidades na Grande São Paulo, 37 unidades no interior, 3 campi universitários, 2 hotéis-escola, 1 editora e 1 sede.

Desde o início do Programa Ecoeficiência, em 2002, foi constatada a necessidade de buscar mecanismos de estímulo e orientação à participação das unidades e, ao mesmo tempo, criação de meios de divulgação das iniciativas bem-sucedidas para toda a instituição.

Para que esse compromisso tornasse realidade, isto é, para que os princípios e objetivos explicitados no Compromisso com o Meio Ambiente se refletissem no desempenho operacional, foi fundamental o comprometimento e a participação de todas as suas unidades, tanto na adesão às ações de natureza corporativa previstas no Manual de Ecoeficiência quanto na concepção e na implantação de iniciativas locais adequadas às especificidades de cada unidade, considerando porte, estrutura e atividades desenvolvidas.

Seguindo esses princípios e como detalhado na norma, o Sistema Senac de Gestão Ambiental (SGA) tem como objetivo atender às necessidades acima citadas, preconizando os seguintes parâmetros:

- Prover as unidades de orientação e apoio na efetiva implantação do Compromisso com o Meio Ambiente, indo além do simples atendimento aos procedimentos corporativos e compulsórios.
- Permitir a avaliação, a validação e a divulgação das experiências de gestão ambiental implantadas nas unidades.
- Criar um mecanismo de avaliação do envolvimento e da participação das unidades no Programa Ecoeficiência.
- Possibilitar a certificação das unidades em função do estágio de desenvolvimento e implantação de seus sistemas de gestão ambiental, de acordo com critérios corporativos objetivos.

## **Abrangência e Natureza**

Dada a complexidade e a diversidade das unidades da rede, não é recomendável, e provavelmente não seria eficaz, o estabelecimento de um modelo inflexível de gestão ambiental com metas de desempenho compulsórias e predefinidas, assim como um grande conjunto de procedimentos compulsórios ou extensos manuais indistintamente aplicáveis em todo o Estado.

Para estabelecer critérios de avaliação, independentemente do porte e localização da unidade, foi determinado a parametrização dos seguintes elementos para a certificação interna:

- Implantar e manter um Sistema de Gestão Ambiental.
- Melhorar continuamente seu desempenho ambiental.
- Assegurar conformidade com o Compromisso com o Meio Ambiente do Senac São Paulo.
- Assegurar conformidade com a legislação ambiental aplicável.
- Buscar certificação interna de seu Sistema de Gestão Ambiental.

Esta norma não estabelece requisitos absolutos de desempenho ambiental em relação ao consumo de recursos naturais e materiais, e à destinação e ao tratamento de resíduos sólidos e líquidos. Sendo assim, as unidades com características físicas e populacionais, e/ou que desenvolvam atividades semelhantes, poderão apresentar níveis de desempenho ambiental diferenciados, entretanto ambas podem encontrar-se em conformidade com os requisitos explicitados nesta norma.

A adesão da unidade ao processo de implantação e certificação interna do seu Sistema de Gestão Ambiental não exclui a participação da unidade no Programa Ecoeficiência.

## **Requisitos Gerais do Sistema Senac de Gestão Ambiental**

Como metodologia de desenvolvimento e manutenção do Sistema de Gestão Ambiental foi utilizado o ciclo do PDCA (Plan, Do, Check e Act), pré-estabelecendo requisitos de planejamento, implantação, verificação e análise crítica, cujo atendimento aos princípios do Compromisso com o Meio Ambiente e a certificação do sistema ocorrem de maneira progressiva.

Foram estabelecidos três níveis de qualificação (**Nível 1, Nível 2 e Nível 3**), sendo o primeiro nível obrigatório para todas as unidades da rede. O segundo e o terceiro níveis são facultativos, o que permite que cada unidade obtenha um certificado ambiental de acordo com a abrangência (funcionários e clientes/prestadores de serviços/comunidade) do seu Sistema de Gestão Ambiental e busque a progressão de nível com o tempo.

Figura 1. Níveis de qualificação do Sistema Senac de Gestão Ambiental



Para cada nível de certificação exige-se uma padronização de requisitos para garantir uma Gestão Ambiental eficiente. É estabelecido que as unidades mantenham documentados e atualizados os seguintes itens:

- Compromisso com o Meio Ambiente
- Requisitos Legais e Normativos
- Programas de Gestão Ambiental (PGA)
- Estrutura e Responsabilidade
- Sensibilização e Treinamento
- Comunicação
- Monitoramento e Registros
- Análise Crítica
- Avaliação do Sistema de Gestão Ambiental
- Controle de Documentos e Continuidade do Sistema

# Requisitos Compulsórios por Nível de Certificação

## Requisitos do Sistema Senac de Gestão Ambiental – Qualificação Nível 1

Para atender ao nível compulsório de qualificação, Nível 1, a unidade deverá cumprir os critérios a seguir:

- Indicadores de ecoeficiência;
- Atividades ambientais;
- Laudos de análise de potabilidade de água;
- Certificado ou comprovante de limpeza dos reservatórios de água;
- Inventário de resíduos;
- Treinamento/capacitação para coleta seletiva e gerenciamento de resíduos (lista de presença ou fotografia e material de comunicação);
- Sinalização/comunicação visual (fotografia dos locais sinalizados);
- Ata de reunião de análise crítica assinada pelos participantes e gerência;
- Ata de constituição do Comitê do SGA assinada pelos participantes;
- Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA);
- Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO);
- Ordem de serviço – auxiliar de limpeza (CLT);
- Ficha de entrega de Equipamento de Proteção Individual (EPI);
- Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (Cipa);

## Requisitos do Sistema Senac de Gestão Ambiental – Qualificação Nível 2

Para atender ao Nível 2 de certificação, a unidade deverá cumprir os critérios a seguir:

- a) Todos os critérios referentes ao Nível 1;
- b) Programa de Gestão Ambiental de Água, Programa de Gestão Ambiental de Energia e Programa de Gestão Ambiental de Resíduos Sólidos.

Para este nível, a avaliação para certificação deverá ser feita *in loco*.

## Requisitos do Sistema Senac de Gestão Ambiental – Qualificação Nível 3

Para atender ao Nível 3 de certificação, a unidade deverá cumprir os critérios a seguir:

- a) Todos os critérios referentes aos Níveis 1 e 2;
  - b) Programa de Gestão Ambiental de atividades em Comunidade.
- Para este nível, a avaliação para certificação deverá é feita *in loco*.

## Panorama Atual

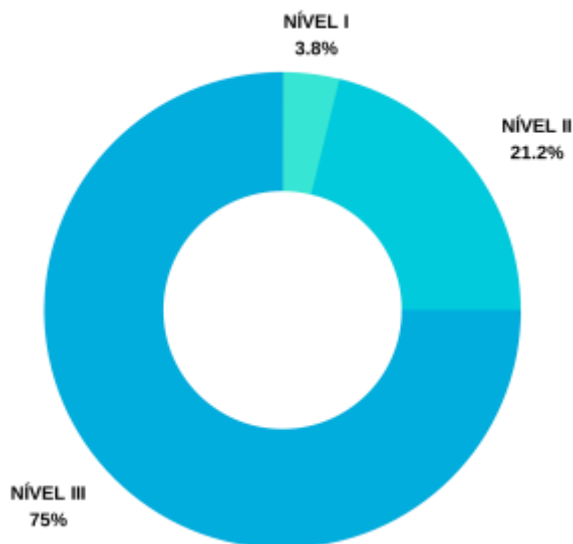
Anualmente observa-se um crescimento exponencial em esforços e ações em conjunto com a comunidade que permitam que as unidades alcancem o nível de certificação 3.

Como exemplo de unidades que migraram do nível 2 para o 3 podemos citar o projeto desenvolvido pelo Senac Vila Prudente.

O projeto “Valorizando os Catadores Saudáveis do Iguaçu” trata-se de uma parceria com o Programa Ambientes Verdes Saudáveis – PAVS da Prefeitura de São Paulo e UBS Iguaçu que contempla o acompanhamento integral da saúde destes trabalhadores e a valorização destes profissionais. A inserção de cursos de capacitação para o aprimoramento e melhoria da qualidade de vida dos catadores trouxe impactos positivos para a saúde, valorização pessoal e profissional e para o meio ambiente.

No Gráfico 1 observa-se a proporção do nível de certificação de 61 unidades em 2019.

**Gráfico 1.** Proporção nível de certificação em 2019.



Para 2021 espera-se que as unidades de nível 1 e 2 possam avançar para a certificação máxima nível 3 e que juntos sejam construídas novas metas e ações que neutralizem os impactos ambientais causados pela gestão das Unidades do Senac – SP.

## Referências Bibliográficas

RELATÓRIO INTEGRADO SENAC SÃO PAULO. Disponível em: <<https://transparencia.senac.br/#/sp/publicacoes>>. Acesso em 26 ago. 20.

ABRELPE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2010. São Paulo: Abrelpe, 2010.

ANDRADE, L. A. Gestão e Conservação de Recursos Naturais: uma abordagem técnica dos seus desafios e concepções. *Agropecuária Técnica*, v. 24, n. 2. Paraíba: UFPB, 2003. Disponível em: <[http://www.cca.ufpb.br/revista/pdf/2003\\_2\\_1.pdf](http://www.cca.ufpb.br/revista/pdf/2003_2_1.pdf)>. Acessado em: 4 jan. 2013.

BIDERMAN, R.; BETIOL, L. S.; MACEDO, L. S. V. de; MAZON, R.; MONZONI, M. (Org.). *Guia de Compras Públicas Sustentáveis: uso do poder de compra do governo para a promoção do desenvolvimento sustentável*. 2 ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2008.

BRASIL. Planos de Benefícios da Previdência Social, Lei nº 8.213, de 24 de julho de 1991. Brasil, 1991.

BRASIL. Anuário Estatístico da Previdência Social – 2009. Brasil, 2009. Disponível em: <<http://www.previdenciasocial.gov.br>>. Acessado em: 10 jan. 2013.

BRASIL. Plano Nacional sobre Mudanças do Clima – PNMC, Decreto nº 6.263 de 21 de novembro de 2007. Brasília, 2008. Disponível em: <<http://www.forumclima.org.br/index.php/biblioteca/documentos-fbmc>>. Acessado em: 15 jan. 2013.

BRASIL. Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei nº 12.305 de agosto de 2010. Brasil, 2010. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)>. Acessado em: 6 dez. 2012.

BRASIL. Política Nacional de Mobilidade Urbana, Lei nº 12.587 de janeiro de 2012. Brasil, 2012. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12587.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12587.htm)>. Acessado em: 14 dez. 2012.

CGAN – COORDENAÇÃO GERAL DE ALIMENTAÇÃO E NUTRIÇÃO. *Estratégia Global em Alimentação Saudável, Atividade Física e Saúde*. CGNA: 2004. Disponível em: <<http://189.28.128.100/nutricao/docs/geral/ebPortugues.pdf>>. Acessado em: 15 jan. 2013.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. *Nosso Futuro Comum*. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 1991. Disponível em: <[http://api.ning.com/files/n0ZLLK3clS7BkLdgXKJil2yF3TPf6pPJc3CDfMWMJsPTwOom\\*3wlGitBphZl851f7vbTdoy8HVS3b5p9ALJMvs1RAN0\\*CZgM/BrundtlandNossoFuturoComum.pdf](http://api.ning.com/files/n0ZLLK3clS7BkLdgXKJil2yF3TPf6pPJc3CDfMWMJsPTwOom*3wlGitBphZl851f7vbTdoy8HVS3b5p9ALJMvs1RAN0*CZgM/BrundtlandNossoFuturoComum.pdf)>. Acessado em: 10 dez. 2012.

IPEA; DENATRAN; ANTP. *Impactos Sociais e Econômicos dos Acidentes de Trânsito nas Rodovias Brasileiras – Relatório Executivo* – Brasília: Ipea/Denatran/ANTP, 2006.

MME – MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. *Plano Nacional de Eficiência Energética: premissas e diretrizes básicas*. MME: Brasília, 2011. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/PlanoNacEfiEnergetica.pdf>>. Acessado em: 15 jan. 2013.

NOGUEIRA, F.E. A Importância de Indicadores Ergonômicos nos Prêmios de Qualidade. *Revista Ação Ergonômica*, v.1, n.3, p.65 – 71.

VEIGA, J. E. da. *Sustentabilidade: a legitimação de um novo valor*. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2010.



## **Capítulo 10**

# **Gestão e aproveitamento de águas pluviais na Universidade Federal de Lavras**

*Caroline Eloí Oliveira da Silva  
Dyego Maradona Ataíde de Freitas*



### Caroline Eloi Oliveira da Silva

É discente do curso de graduação de Engenharia Ambiental e Sanitária pela Universidade Federal de Lavras e possui técnico em vigilância em saúde pela Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio (EPSFV/FIOCRUZ). Atua como bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica da UFLA (PIBIC/UFLA) na área de gestão ambiental e atuou como bolsista do Programa de Aprendizado Técnico (PROAT) na avaliação e monitoramento da estação de tratamento de água e de esgoto da universidade. Também atua na ONG Engenheiros Sem Fronteiras – Núcleo Lavras na área de saneamento e saúde pública.



### Dyego Maradona Ataíde de Freitas

Possui graduação em Engenharia Ambiental pelo Centro Universitário Salesiano São Paulo (2012) e mestrado em Tecnologias e Inovações Ambientais pela Universidade Federal de Lavras (2019). Atualmente é Coordenador de Saneamento e Vice Diretor de Meio Ambiente da Universidade Federal de Lavras.

## **Introdução**

A água possui grande importância ambiental e social, sendo um recurso essencial à vida de todos os seres vivos e exercendo papel fundamental para os ecossistemas. Este recurso ocupa aproximadamente 70% da superfície do planeta, no qual somente 2,5% correspondem a água doce. De acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA), o Brasil possui cerca de 12% da água doce disponível, mas esta possui uma distribuição espacial irregular, o que interfere na disponibilidade hídrica.

Atualmente, a água é considerada um fator limitante para o desenvolvimento de diversas regiões, visto que muitos locais não possuem recursos hídricos disponíveis suficientes para atendimento da demanda, o que acarreta em problemas na qualidade de vida da população e também nas atividades econômicas (HESPANHOL, 2002). A partir de então, tem-se uma preocupação com a conservação dos recursos hídricos, na qual se faz necessário o desenvolvimento de alternativas para a solução desses problemas, buscando minimizar os impactos causados pelas limitações na disponibilidade hídrica.

O aproveitamento de águas pluviais é uma alternativa ambientalmente sustentável, sendo uma iniciativa para a preservação de recursos hídricos. A captação, preservação e aproveitamento de águas proveniente das chuvas passou a ser incentivada a partir da criação da Lei nº 13.501/2017, que acrescenta tal premissa na Política Nacional de Recursos Hídricos, também conhecida como Lei das Águas.

O aproveitamento da água é uma opção inteligente no mercado mundial, no qual a aplicação desta tecnologia está aderida no conceito de sustentabilidade dos recursos ambientais (COSTA; TELLES, 2010). De acordo com Mancuso e Santos (2003), a utilização de águas pluviais se apresenta como uma alternativa necessária para suprir a demandas menos nobres, liberando as águas de melhor qualidade para usos mais adequados, como o abastecimento público.

A utilização da água pluvial pode possuir diferentes finalidades como: descargas de vasos sanitários; irrigação de jardins; lavagem de automóveis, pisos, calçadas e roupas; entre outras. Assim, a partir de sua utilização para fins menos nobres, evita o desperdício de água potável, auxilia no ciclo hidrológico e atenua o escoamento superficial, minimizando a ocorrência de enchentes.

A Universidade Federal de Lavras (UFLA) possui políticas ambientais que incluem a captação e reaproveitamento de água da chuva, sendo possível observar ganhos sociais e ambientais. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho é quantificar a água pluvial captada na universidade entre os anos de 2016 e 2018 e identificar o uso e destinação da mesma no *campus*.

## **Fundamentação Teórica**

A gestão de águas pluviais tem como objetivo compensar a impermeabilização dos solos e atenuar o escoamento superficial, contribuindo para a prevenção de inundações e à poluição difusa das águas superficiais (GRANDO; ZOLETT; JABUR, 2011). De acordo com HESPANHOL (2002), a água se constitui em um recurso renovável através do ciclo hidrológico que, quando reciclada através de sistemas naturais, se torna um recurso limpo e seguro, podendo perder sua qualidade por meio de atividades antrópicas. Entretanto, esta ainda pode ser recuperada e reutilizada para inúmeros fins.

Segundo Goldenfum (2015), a água proveniente da chuva pode ser considerada uma das fontes mais puras de água, visto que quando precipitada possui poucas impurezas. No entanto, ao atingir a superfície terrestre, esta possui diversas formas de contaminação, como bactérias, substâncias orgânicas, poeira, fuligem, matéria orgânica e também pesticidas, fertilizantes e inseticidas. Ainda assim, Goldenfum afirma que, em geral, a água pluvial pode fornecer água limpa e confiável, desde que os sistemas de coleta sejam construídos e mantidos adequadamente.

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2007), a utilização de águas pluviais deve estar de acordo com os padrões de qualidade estipulados pela NBR 15527, que fornece os requisitos mínimos para aproveitamento de água de chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis, como irrigação de gramados e plantas ornamentais, lavagem de veículos, limpeza de calçadas, ruas e de pátios, além de usos industriais.

O sistema de aproveitamento da chuva, segundo Koenig (2003), é um sistema descentralizado de suprimento de água, o qual tem como objetivo conservar os recursos hídricos ao reduzir o consumo de água potável. Esses sistemas são responsáveis por captar a água que cai sobre as superfícies, direcionando-as para reservatórios de armazenamento. Assim, um sistema simplificado de coleta de águas pluviais consiste prioritariamente em uma área de captação e um meio de distribuição. Nesse contexto, a quantidade de água a ser coletada depende do tamanho da superfície de captação (GRANDO; ZOLETT; JABUR, 2011).

## **Metodologia**

### **Área de estudo**

A Universidade Federal de Lavras localiza-se no município de Lavras, na região sul do estado de Minas Gerais. O município possui coordenadas 21° 14' 45" S de latitude e 44° 59' 59" W de longitude e, segundo a classificação de Koppen, possui clima Cwa, ou seja, clima subtropical úmido com inverno seco e verão quente e chuvoso (DANTAS; CARVALHO; FERREIRA, 2007).

A universidade possui uma área total de aproximadamente 4.805.000m<sup>2</sup>, dos quais 307.804m<sup>2</sup> são áreas ocupadas por edificações (GOOGLE EARTH PRO, 2019). Portanto, para a realização deste trabalho, o *campus* da universidade foi subdividido em quatro áreas de acordo com o uso e destinação principal da água pluvial: área de drenagem, área de infiltração, área de aproveitamento e área verde de infiltração, com áreas de 72.536m<sup>2</sup>, 377.757m<sup>2</sup>, 374.027m<sup>2</sup> e 3.980.680m<sup>2</sup>, respectivamente (Figura 1).

Figura 10: Área da Universidade Federal de Lavras subdividida de acordo com uso e destinação da água pluvial.



Fonte: Google Earth Pro (2019)

### **Procedimentos Metodológicos**

A priori, a partir do histórico de chuvas do município de Lavras, obtidos do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP) do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), foram obtidas as precipitações mensais de Lavras nos anos de 2016, 2017 e 2018, a fim de calcular a média de precipitação anual dos três anos em questão.

Com esses dados, calculou-se o volume médio de chuva captado durante 2016, 2017 e 2018 e o volume total captado anualmente pela área de drenagem, área de infiltração, área de aproveitamento e área verde de infiltração. O volume de chuva captado foi calculado pela seguinte equação:

$$\text{Volume (m}^3\text{)} = \text{Precipitação (m)} \times \text{Área total (m}^2\text{)}$$

A fim de complementação, também foi realizado o cálculo do volume da precipitação dos 3 anos, com o intuito de obter a quantidade de água pluvial captada em cada área desde o início da gestão sustentável de águas pluviais.

## Resultados e discussão

Os volumes de precipitação mensais de Lavras obtidos no INMET nos anos de 2016, 2017 e 2018 são apresentadas na tabela a seguir.

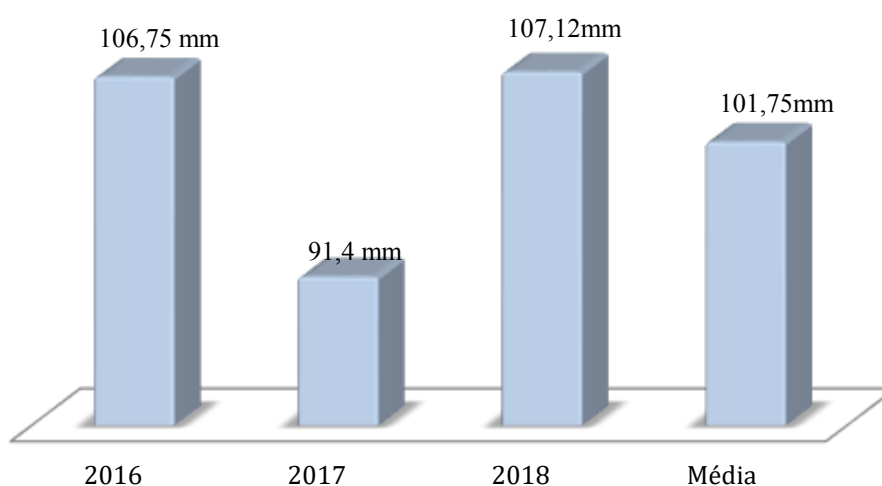
Tabela 1: Precipitação mensal total do município de Lavras/MG nos anos de 2016, 2017 e 2018.

| Mês de referência | Precipitação total (mm) |       |       |
|-------------------|-------------------------|-------|-------|
|                   | 2016                    | 2017  | 2018  |
| Janeiro           | 400.6                   | 157.9 | 240.2 |
| Fevereiro         | 114.9                   | 64.1  | 85.5  |
| Março             | 122.8                   | 158.6 | 59.4  |
| Abril             | 22.2                    | 108.3 | 3.2   |
| Mai               | 4.3                     | 57.6  | 10.3  |
| Junho             | 84.2                    | 29    | 19.9  |
| Julho             | 0                       | 0     | 0.2   |
| Agosto            | 22.6                    | 1.4   | 66.1  |
| Setembro          | 8.6                     | 32.6  | 52.6  |
| Outubro           | 125.2                   | 125.3 | 201.3 |
| Novembro          | 190.2                   | 126.4 | 223.5 |
| Dezembro          | 145                     | 235.8 | 323.2 |

Fonte: INPE (2019)

A partir dos cálculos realizados pelos dados do INMET, foram encontradas as precipitações médias totais dos anos de 2016, 2017 e 2018, assim como a média dos três anos (Figura 2).

Figura 11: Precipitação média anual dos anos de 2016, 2017 e 2018.



A partir dos resultados obtidos observa-se que, em geral, os três anos apresentados possuíram precipitação média similar, no qual o ano de 2017 apresentou menor precipitação. Tal ocorrência corresponde aos dados apontados pelo INMET, no qual justifica que no ano de 2017 ocorreu uma grande irregularidade na distribuição das chuvas e redução no volume de chuva no estado de Minas Gerais.

Os volumes médios de água pluvial captados pela área de drenagem, área de infiltração, área de aproveitamento e área verde de infiltração, obtidos a partir da precipitação média dos anos de 2016, 2017 e 2018 e o volume total captado por ano são apresentados nas tabelas a seguir:

Tabela 2: Volume médio captado por ano na área de drenagem, área de infiltração, área de aproveitamento e área verde de infiltração.

| Local                     | Área (m <sup>2</sup> ) | Precipitação média (mm) | Volume (m <sup>3</sup> ) |
|---------------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------|
| Área de drenagem          | 72.536                 | 101,76                  | 7.381,26                 |
| Área de infiltração       | 377.757                | 101,76                  | 38.440,55                |
| Área de aproveitamento    | 374.027                | 101,76                  | 38.060,98                |
| Área verde de infiltração | 3.980.680              | 101,76                  | 405.073,99               |

Tabela 3: Volume total captado por ano na área de drenagem, área de infiltração, área de aproveitamento e área verde de infiltração.

| Local                     | Volume (m <sup>3</sup> ) 2016 | Volume (m <sup>3</sup> ) 2017 | Volume (m <sup>3</sup> ) 2018 |
|---------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Área de drenagem          | 7.743,22                      | 6.629,79                      | 7.770,06                      |
| Área de infiltração       | 40.35,56                      | 34.526,99                     | 40.465,33                     |
| Área de aproveitamento    | 39.927,38                     | 34.186,07                     | 40.065,77                     |
| Área verde de infiltração | 424.937,59                    | 363.834,15                    | 426.410,44                    |

Tabela 4: Volume total de águas pluviais captado em cada área nos anos de 2016, 2017 e 2018.

| Local                     | Volume total captado (m <sup>3</sup> ) |
|---------------------------|--|
| Área de drenagem          | 22.143,06                              |
| Área de infiltração       | 115.317,88                             |
| Área de aproveitamento    | 114.179,22                             |
| Área verde de infiltração | 1.215.182,18                           |

A partir dos resultados obtidos, observa-se que o maior volume de água pluvial destina-se a infiltração, correspondente a duas áreas: área de infiltração e área verde de infiltração. O maior volume destinado a área verde de infiltração ocorre devido ao *campus* da universidade possuir uma grande área constituída por florestas onde, na área verde, realiza um processo natural de infiltração. Este processo é fundamental, pois é responsável pela recarga de água subterrânea, promove o escoamento superficial direto e também colabora com os processos de evapotranspiração. A segunda área com maior volume de água pluvial é a de infiltração, consequência da gestão do *campus* integrada entre obras e paisagismo. Na universidade é aplicada a impermeabilização mínima, com uso de pisos intertravados sempre que possível, implantação de jardins e calçamento com

faixas verdes, todas ações com a finalidade de garantir a ocorrência do processo de infiltração.

O volume destinado ao aproveitamento, correspondente a média de 38.060,98m<sup>3</sup> por ano, é direcionado para os barramentos da universidade, incrementando, assim, a disponibilidade de recursos hídricos e, posteriormente é captado e tratado pela Estação de Tratamento de Água (ETA) da UFLA. Embora, atualmente, este seja o único destino da água pluvial captada nessa área, a universidade também estuda outras possibilidades de uso desta dentro do *campus* universitário.

A água destinada à área de drenagem é canalizada e, por meio de galerias pluviais, é retornada para o curso d'água. Este é um processo importante e necessário para condução das águas da chuva, pois acelera o processo de drenagem. Nesse contexto, embora não seja aproveitável, a ausência de um sistema de drenagem de águas pluviais pode acarretar em prejuízos como alagamentos e doenças de veiculação hídrica, além de prejuízos em bens materiais.

## **Considerações finais**

A partir dos resultados obtidos, observa-se que a inclusão da política de gestão de água pluvial na Universidade Federal de Lavras proporcionou um considerável aumento no volume de água a ser aproveitado, garantindo uma quantidade suficiente para atender as demandas internas da instituição. Além disso, o incentivo e implementação de um sistema de gestão de águas pluviais contribui para o meio ambiente e para a sociedade, sendo fundamental para o *campus* universitário e também para o município de Lavras, ao incentivar também o viés da educação ambiental.



## Referências

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Quantidade da água**. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/panorama-das-aguas/quantidade-da-agua>. Acesso em: 20 mar. 2020
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15527: Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2007.
- BRASIL. **Lei nº13. 501**, de 30 de outubro de 2017. Altera o art. 2º da Lei nº9.433 de 8 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, para incluir o aproveitamento de águas pluviais como um de seus objetivos. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, p. 1, 31 out. 2017.
- COSTA, R. P.; TELLES, D. D. **Reuso da água: conceitos, teorias e práticas**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2010
- DANTAS, A. A. A.; CARVALHO, L. G.; FERREIRA, E. Classificação e tendências climáticas em Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1862-1866, 2007.
- GOOGLE EARTH PRO. Versão 7.3.3.7786 (64-bit). Google LCC. 2019.
- GOLDENFUM, J. A. Reaproveitamento de águas pluviais. **Universidade Federal do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, 2015. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/267196924>. Acesso em: 20 mar. 2020.
- GRANDO, M.N.; ZOLETT, E;R.; JABUR, A. S. Aproveitamento de águas Pluviais para fins não potáveis para habitações sociais. **Synergismus scyentifica UTFPR**, Pato Branco, v. 6, n. 4, 2011.
- HESPANHOL, I. Potencial de reuso de água no Brasil: agricultura, indústria, municípios, recarga de aquíferos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 7, n.4, p. 75-95, 2002.
- INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS (IGAM). **Compartilhando Experiências das Águas de Minas Gerais**. 1 ed. v. 2. Belo Horizonte, 2018.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP)**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>. Acesso em: 10 jun. 2019.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Nota técnica 004/17** – Coordenadoria Estadual de Defesa Civil. Belo Horizonte, 2017.
- KOENIG, K. Rainwater harvesting: public need or private pleasure? **Water 21**, London: IWA, p. 56-58, feb. 2003.
- LOMEU, A. A. **Aproveitamento de águas pluviais: avaliação do custo benefício da implementação de um sistema na Universidade Federal de Juiz de Fora – MG**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de fora, 2017.
- MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. **Reúso de água**. Barueri: Manole, 2003.

# Capítulo 11

## **Implantação de dispositivos controladores de água na Universidade Federal de Lavras**

*Eduarda Leandra de Oliveira Tourino*

*Dyego Maradona Ataíde de Freitas*



### Eduarda Leandra de Oliveira Tourino

É estudante de Engenharia Ambiental e Sanitária pela Universidade Federal de Lavras. Atua como bolsista no programa de Aprendizado Técnico (PROAT/UFLA) na área de Avaliação, monitoramento e gestão dos sistemas de tratamento de água e esgoto. Também atua em um núcleo de estudos em Gestão Ambiental e Sustentabilidade da universidade.



### Dyego Maradona Ataíde de Freitas

Possui graduação em Engenharia Ambiental pelo Centro Universitário Salesiano São Paulo (2012) e mestrado em Tecnologias e Inovações Ambientais pela Universidade Federal de Lavras (2019). Atualmente é Coordenador de Saneamento e Vice Diretor de Meio Ambiente da Universidade Federal de Lavras.

## **Introdução**

Nos últimos anos houve um aumento no consumo de água em todo mundo, por diversos motivos como crescimento da população, a demanda de diversos setores da indústria e inclusive perdas por mau uso deste recurso natural. Em consequência disto tem ocasionado uma crise hídrica, gerando uma preocupação global em relação à disponibilização de água doce no mundo.

O uso consciente da água vem crescendo dia a dia na sociedade de forma geral. Individualmente as pessoas estão mais sensibilizadas da importância da economia de água que adotam medidas em suas residências que favorecem o uso mais adequado deste recurso natural, e no coletivo, as indústrias governos e instituições tem tomado medidas para economia de água para reduzir perdas, gerar economia financeira e garantir que no futuro tenha água em quantidade e qualidade viáveis para manutenção da vida e do desenvolvimento humano.

Então, torna-se necessário uso de meios alternativos para uso consciente da água, onde uma das medidas muito utilizada são os dispositivos controladores de água, em ambientes de uso coletivo, empresas, governo e instituições.

Seguindo essa linha para minimizar perdas de água, a lei de número 13.647 de 2018 do Governo Federal, estabelece a obrigatoriedade de instalação de equipamentos que evitam o desperdício de água, nos banheiros destinados ao público.

Com esse mesmo foco, a Universidade Federal de Lavras iniciou um trabalho de instalação de dispositivos controladores de água em todos os seus banheiros com finalidade de reduzir o desperdício de água.

Foi realizado um levantamento com dados numéricos para avaliar o impacto desta medida na UFLA.

## **Fundamentação Teórica**

A preocupação com a questão ambiental tem uma história muito recente, especialmente na segunda metade do século XX com o avanço das indústrias e da tecnologia. De acordo com a Organização das Nações Unidas (2015) a preservação e o consumo dos recursos naturais com padrões estabelecidos é de suma importância, tal medida é um dos dezessete objetivos para um novo mundo transformado sustentável.

SCANTIMBURGO, (2011) os recursos hídricos nunca tiveram tanta importância, quanto nos últimos 10 anos, fóruns científicos, reuniões e medidas foram feitos voltados para a proteção do mesmo.

OLIVO; ISHIKI, (2014) destaca que a escassez dos recursos hídricos no Brasil pode estar mais próxima do que se possa imaginar. O autor fala também que ao se avaliar a atual situação de desperdício e escassez de água pode-se concluir que existe uma demanda crescente por água doce subterrânea, o que está levando a um esgotamento rápido e alarmante dos aquíferos.

Para a Constituição da República Federativa do Brasil, artigo 225 de 1988 - Capítulo VI - do Meio Ambiente relata que:

“Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”.

## Metodologia

As coletas de dados foram realizadas na Universidade Federal de Lavras, o levantamento consistiu-se na identificação da quantidade de sanitários, vasos e lavatórios existente em toda a universidade, tal levantamento foi realizado em parceria com a Pró Reitoria de Estruturas.

Foram extraídas de manuais de fabricantes as informações de gasto de água dos dispositivos controladores de água, sendo estes as toneiras e válvulas de descargas utilizados na UFLA, assim como as informações de dispositivos comuns que não oferecem economia de água.

Para o cálculo de gasto de água *per capita* foi definido que cada pessoa faz o uso do banheiro uma vez ao dia, então se somou a volume gasto de água na torneira e no vaso sanitário.

Foi identificado o número de discentes que frequentam diariamente a UFLA, para o trabalho, então multiplicando o consumo de água *per capita* pela quantidade de pessoas encontrou-se o volume gasto total para cada cenário, o volume de água que esta sendo economizado diariamente se baseia na diferença de água gasta pelos dispositivos comuns e os novos implantados com controladores de água.

## Resultado e Discussão

A Tabela 1 apresenta a quantidade de sanitários, lavatórios, mictórios e vasos sanitários levantados junto a Pró Reitoria de Infraestrutura.

Tabela 1: Número total de dispositivos públicos na UFLA

| Nº de Sanitários | Nº de Lavatórios | Nº de Mictórios | Nº de Vasos |
|------------------|------------------|-----------------|-------------|
| 525              | 750              | 176             | 932         |

Na Tabela 2 são apresentados os gastos de água dos dispositivos antigos e dos dispositivos novos dispositivos com controladores de água, que para um mesmo uso gasta um volume menor de água.

Tabela 2 - Comparativo do volume de água dos dispositivos no sistema controlador de água.

| Dispositivos   | Volume de água para dispositivos comum | Volume de água para dispositivos com o sistema controlador de água |
|----------------|--|--|
| Torneira       | 2,6 L                                  | ± 0,850 L  |
| Vaso Sanitário | 12,0 L                                 | ± 5,0 L  |

Na tabela 2, podemos observar que há um comparativo de gastos de água em litros de cada dispositivo. Os modelos que possuem os dispositivos para poupar água geram a economia em cada acionamento dos vasos sanitários e lavatórios (torneiras) de 7L e 1,7L respectivamente. A tabela 3 mostra a diferença do consumo para cada tipo de dispositivo

Tabela 3–Economia de água gerada com a troca dos dispositivos controladores de água considerando 15.000 alunos

| Dispositivo      | Números de alunos (total) | Litros per capta | Volume de água total |
|------------------|---------------------------|------------------|----------------------|
| Comum            | 15.000                    | 14,6             | 219.000              |
| Poupador de água | 15.000                    | 5,850            | 87.750               |

De acordo com a tabela 3, o volume diário ao utilizar os dispositivos comuns é de 219.000 litros de água e o volume dos dispositivos com controlador de água é de 87.750 litros, calculando a diferença identificamos que com a troca dos dispositivos a universidade gerou uma redução do consumo de água no total de 131.250 litros diariamente.

## Considerações Finais

Conclui-se que a preservação dos recursos naturais com a troca de dispositivos de torneiros e vasos sanitários comuns por dispositivos com controladores de água é efetiva, evitando a escassez da água, além da economia financeira para a UFLA.

## Referências Bibliográficas

BRASIL. **CONSTITUIÇÃO DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL.** Do Meio Ambiente. Brasília (DF), (Outubro/1988). Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/Constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/Constituicao.htm); Acesso em: 01/04/2020.

BRASIL. **Lei nº 13.647**, de 9 de abril de 2018. Estabelece a obrigatoriedade da instalação de equipamentos para evitar o desperdício de água em banheiros destinado ao público. Disponível em: <https://presrepublica.jusbrasil.com.br/legislacao/564778537/lei-13647-18>

DOCOL MATERIAIS SANITÁRIOS- ‘Torneira para Lavatório. Disponível em <http://www.docol.com.br/pt/produtos/produto/i/739-> Acessado em 14/09/2019.

OLIVO, A; ISHIKI, H. **Brasil frente à escassez de água.** Presidente Prudente – SP, 2014. Disponível em: <http://revistas.unoeste.br/revistas/ojs/index.php/ch/article/viewFile/1206/1279>

SANTOS, Elane Cavalcanti dos; GONÇALVES, Kyara Karinne Silva. **Proposta de implantação do P.U.R.A.** – programa de uso racional da água no *campus* de um centro universitário localizado no município de Maceió-AL 2019. 86 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário CESMAC, Maceió-AL, 2019.

SCANTIMBURGO, André Luis. **Políticas públicas e desenvolvimento sustentável:** os limites impostos pelo capitalismo no gerenciamento e preservação dos recursos hídricos no Brasil. Aurora. Ano n. 7, p. 62-79, 2011.

ONU - Organização das Nações Unidas. **17 objetivos para transformar nosso mundo.** Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>. Acesso em: 31/04/2020.

## Capítulo 12

# Diagnóstico de perdas de água no *Campus* de Ji-Paraná da Universidade Federal de Rondônia



Alberto Webler

Rodrigo Martins Moreira



Alberto Webler

Graduado em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Rondônia, mestre e doutor em Engenharia Civil, pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE/UFRJ) e, com período sanduíche, na Universidade do Porto (Portugal). Atualmente é professor Adjunto do Departamento de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Rondônia (UNIR). É vice-líder do Grupo de pesquisa de Engenharia Ambiental da UNIR. Coordenador dos laboratórios de Saneamento e de Físico-química do Departamento de Engenharia Ambiental. Coordenador Regional do Programa LBA em Rondônia. Tem experiência na área de Engenharia Ambiental, com ênfase em Engenharia Ambiental, atuando principalmente em tratamento de efluentes, processos biológicos avançados para tratamento de efluentes, oxidação avançadas, efluentes industriais e recalcitrantes, e balanço de energia em área de pastagens e floresta.



Rodrigo Martins Moreira

Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Rondônia - *Campus* de Ji-Paraná. Coordenador do Laboratório de Geomática e Estatística (LABGET - UNIR). Líder do Grupo de pesquisa de Engenharia Ambiental da UNIR. Atua transversalmente nas áreas de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e Gestão Ambiental, desdobrando-se em sensoriamento remoto do ambiente, análises espaciais de dados censitários e de saúde pública, gestão ambiental de recursos naturais, elaboração e aplicação de indicadores de sustentabilidade. Pós-Doutor em Recursos Naturais - UFMS (2020). Doutor em Ciências da Engenharia Ambiental - EESC/USP (2017) com período sanduíche na Universidade de Michigan - EUA. Mestre em Ciências Agrárias (2014). Graduado em Saneamento Ambiental (2011) e Gestão Ambiental (2013).



## Contextualização

Os modelos e produção e consumo da sociedade contemporânea são pautados no extrativismo insustentável de recursos naturais. Tal cenário tem impulsionado iniciativas de direcionamento da sociedade ao viés da sustentabilidade. A sociedade civil organizada demanda da iniciativa pública e privada que sejam adotadas atividades que fomentem a adoção de processos e prestação de serviços sob as lentes da sustentabilidade. A sustentabilidade é tida como critério chave para elaboração e execução de políticas que tenham como metas a promoção de equidade e justiça social, eficiência na utilização dos recursos naturais e prosperidade econômica, prezando pelo bem estar da sociedade atual, sem comprometer as gerações futuras (UNSDC, 2012).

Assim, em âmbito internacional, para dar respaldo a essas demandas temos os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) proposto pela Organização das Nações Unidas. Os ODS tem sido um instrumento chave para direcionar as agendas governamentais e do setor privado para a sustentabilidade (UN, 2015). No âmbito deste trabalho, foco será dado no ODS N 6, Água Limpa e Saneamento. As universidades são espaços chave para elaborar e aplicar estratégias de monitoramento do consumo hídrico das cidades, onde, por meio da aquisição de informações, é possível direcionar esforços estratégicos para a redução do consumo de água por prédios.

Neste contexto, as universidades não podem ser tomadas como ilhas, suas ações devem transpor os limites da academia e influenciar a sociedade. Ainda, as universidades têm papel central na discussão de sustentabilidade, carregando a responsabilidade de contribuir com a sensibilização cultural e conhecimento dos indivíduos, bem como, propor inovações tecnológicas e ferramentas a fim de direcionar a sociedade a um desenvolvimento sustentável. Os pilares das universidades, educação, pesquisa e extensão têm a responsabilidade de apoiar elaboração de políticas, disseminação de informações e integrar a comunidade externa a fim de criar um futuro igualitário e sustentável (CORTESE, 2003).

A discussão de campi universitários que tenham seus processos voltados para a sustentabilidade tem sido reforçada por vários documentos provenientes de diversas conferências, declarações e iniciativas nacionais e internacionais, que agregaram pesquisadores, gestores e diversos atores sociais, em viés de fomentar uma educação para o desenvolvimento sustentável. De acordo com Lozano et al. (2013), esta caminhada tem se caracterizado por uma discussão multi, inter e transdisciplinar. Em muitos casos apresenta um panorama com questões relativas a crescimento econômico e capacidade de assimilação do ambiente, bem como responsabilidade social e sensibilização cultural da comunidade para uma universidade onde práticas de sustentabilidade dialoguem com a sociedade através de inovação e tecnologias sustentáveis.

As gestões dos *campi*, então, devem apresentar-se como laboratório de boas práticas para inovação em sistemas de diagnóstico e monitoramento da pressão sobre recursos naturais e aspectos socioeconômicos (LOZANO et al., 2013).

Neste sentido, a Universidade Federal de Rondônia (UNIR) se insere em localização estratégica quanto a gestão de recursos hídricos por estar no bioma Amazônico. Possui oito *campi* distribuídos pelo Estado, sendo estes nas cidades de Porto Velho, Ariquemes, Cacoal, Guajará-Mirim, Ji-Paraná, Presidente Médici, Rolim de Moura e Vilhena. O *campus* de Ji-Paraná tem um perfil multidisciplinar e possui seis cursos de graduação, sendo estes Pedagogia, Educação Intercultural, Engenharia Ambiental e Sanitária, Física, Matemática e Estatística. Conta, ainda, com dois cursos de

mestrado profissional, Mestrado Profissional em Ensino de Física, Mestrado Profissional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos e Mestrado Acadêmico em Educação Matemática.

Assim, o objetivo deste trabalho foi realizar um diagnóstico de perdas de água no *campus* de Ji-Paraná da Universidade Federal de Rondônia.

## Metodologia

O presente trabalho propôs-se a realizar o levantamento de consumo de água do *campus* de Ji-Paraná na Universidade Federal de Rondônia. Para isso, foram instalados hidrômetros, figura 1, em pontos estratégicos do *campus*.

Figura 1. Hidrômetro multijato magnético da Marca LAO Q<sub>n</sub> 1.5m<sup>3</sup>/h



Na classificação proposta por Gil (2007), com base nos objetivos gerais, a presente pesquisa se caracteriza como exploratória. As pesquisas exploratórias têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vista a torná-lo mais explícito. A atual pesquisa envolve o diagnóstico do consumo de água pelo *campus* de Ji-Paraná.

Segundo Gil (2007), com base nos procedimentos técnicos utilizados para coleta e análise de dados, a presente pesquisa pode ser considerada um estudo de caso, que consiste em um estudo profundo ou detalhado de um ou poucos objetos, de forma a permitir seu amplo e detalhado conhecimento.

## Resultados e discussões

Para auxiliar na tomada de decisão foi proposto medidas de curto e longo prazo, no intuito de realizar atividades visando o uso consciente, para diminuir os impactos ambientais e custos econômicos, mediante ao cenário das Universidades Públicas no Brasil. O gasto previsto em 2020 de R\$ 1.207.304,52, com água de abastecimento utilizada nos *campi*. Dos 7 campings da UNIR, sete utilizam água do sistema de abastecimento urbano, sendo eles: Porto Velho (centro e *campus* afastado), Ji-Paraná, Ariquemes, Cacoal, Rolim de Moura e Presidente Médici. Guajará Mirim, por sua vez, apresenta como fonte poços profundos. Sob a perspectiva de gastos, no *Campus* de Ji-Paraná, objeto deste estudo, a previsão para orçamento com água a ser consumida em 2020 é de R\$ 78.869,16.

Devido a pandemia da COVID-19, houve a suspensão das aulas presenciais e serviços não essenciais no dia 20/03/2020, ocasionando uma mudança na forma de desenvolver as atividades no *campus* com números reduzidos de servidores.

Por conseguinte, era esperado redução com gastos de água, porém tal fato não aconteceu nos meses de abril e maio de 2020, pelo contrário, verificou-se que o volume de água, utilizado era próximo ao dos três anos anteriores, havendo aumento de 8% (de 478 para 517m<sup>3</sup>). Ressalta-se ainda que a maior parte da utilização da água acontece de uso como limpezas, lavagens e afins.

Buscando estabelecer algumas relações sobre possíveis perdas, foi realizado nos finais de semana um controle rígido do consumo de água. Tal período de controle foi adotado por ser um intervalo de tempo com pouca utilização de água (presença somente dos terceirizados da equipe de segurança).

Nesse período de pandemia, com a suspensão das atividades não essenciais e, conseqüentemente, com número menor de servidores e acadêmicos, surgiu a oportunidade de identificar e isolar o sistema que estava utilizando água, com a possibilidade desligar a rede para realizar verificações, consertos e afins. Para tal, foram inspecionados todos pontos de fornecimento de água, como torneiras, conexões, reservatórios, para realizar um levantamento das perdas visíveis e saná-las. Por ser tratar de um período seco na região, vazamentos no solo emanavam umidade, tornando-as facilmente visíveis.

Nesse levantamento foram encontrados problemas com vazamentos em seis mictórios, duas privadas, cinco torneiras, quatro conexões rompidas, infiltração no reservatório subterrâneo do restaurante universitário e reservatório aéreo principal. Desses pontos encontrados, o maior destaque foi o reservatório subterrâneo com uma perda aproximada de 1,5m<sup>3</sup>.dia<sup>-1</sup>, os demais pontos não foi possível aferição segura.

A Figura 2 demonstra um levantamento do consumo mensal de água durante 17 anos e a Figura 3 a evolução de consumo anual entre 2004 a 2020. Como é observado, houve uma tendência de aumento durante os anos, com destaque na evolução de 2006 para 2007. Durante esse período entraram alguns novos cursos como engenharia ambiental em 2007 (hoje alterado para Engenharia Ambiental e Sanitária), estatística e licenciatura em educação básica intercultural (em 2008). Além das graduações já existentes como matemática, física e pedagogia. A pós-graduação teve início 2013, com mestrado em Física, em 2018, com o mestrado em Rede Nacional – PROFÁgua, e em 2019 o mestrado em Educação Matemática. Além dos novos cursos, para abrigá-los houve a construções de prédio que demandaram consumo considerável.

Figura 2. Consumo de água durante 2004 a 2020 do *Campus* de Ji-Paraná – UNIR.

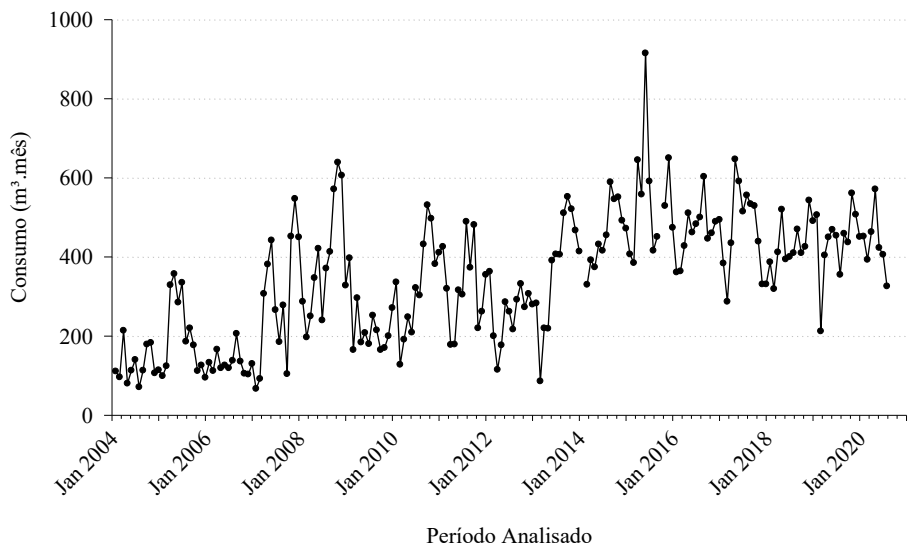
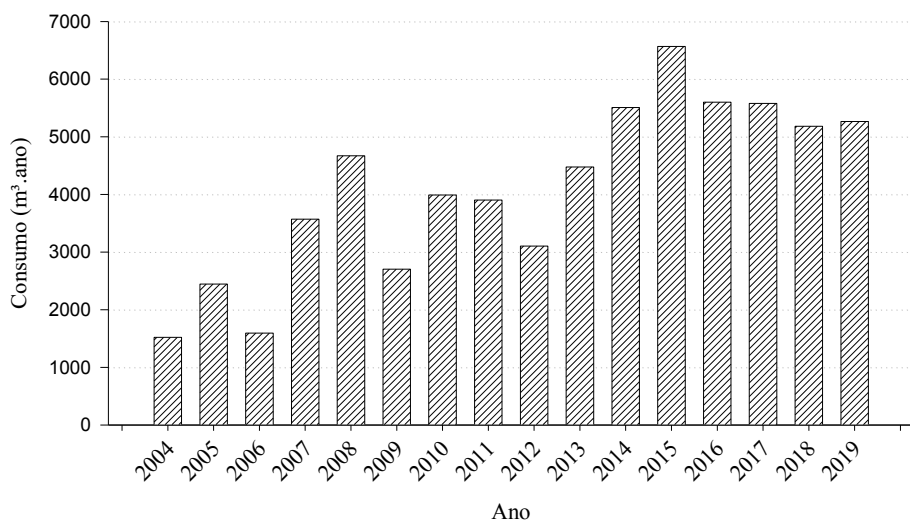
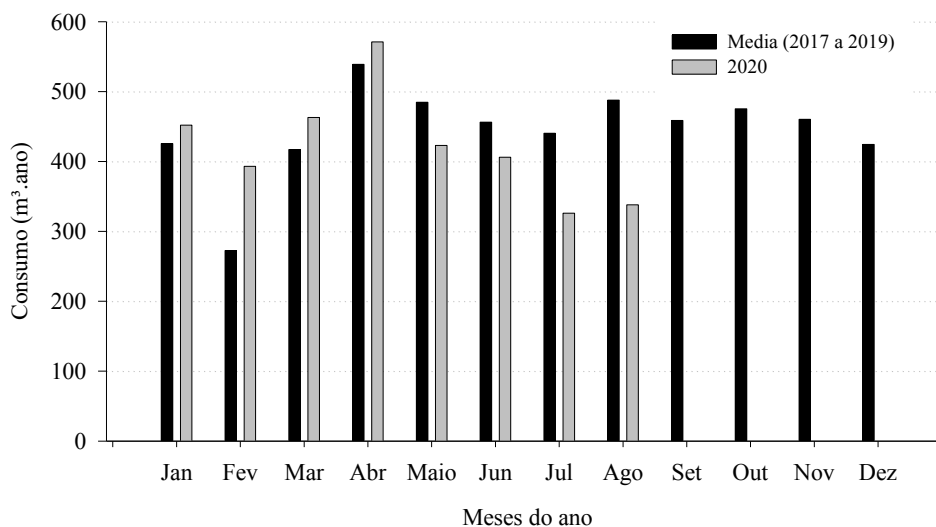


Figura 3. Consumo de água durante 2004 a 2019 acumulado anualmente do *Campus* de Ji-Paraná – UNIR.



A partir da verificação dos problemas já apresentados nos meses posteriores aos consertos (maio e junho), houve uma redução do consumo de água, porém, como estamos em período de pandemia, não fica claro o papel dessa redução, mas é evidente que os vazamos geravam perdas importantes, sendo que em julho/2020 e agosto/2020 houve diferença de 24% e 32%, entre a média dos anos de 2017 a 2019 com a média de 2020, conforme verificado na figura 4, em comparação com abril, durante a pandemia, houve aumento do consumo.

Figura 4. Consumo médio entre os anos de 2017 a 2019 comparado com o consumo do ano de 2020, até o mês de agosto.



Vale ressaltar que outra estratégia vem sendo adotada através de algumas melhorias, como o caso do laboratório de Físico-Química da Engenharia Ambiental e Sanitária, que apresenta o uso prioritário de água pela osmose reversa em detrimento a água destilada, onde para a produção de água por osmose reversa é de 1:3 (para cada 1 litro de água produzida é consumida 3) e pelo destilador convencional 1:20, podendo chegar uma redução de até 96% no consumo de água (MORAES & MORAES, 2015). Já em outro laboratório de Física, o coordenador optou pelo recolhimento da água e ela é utilizada para irrigação.

Outra atividade desenvolvida no *campus* foi a troca das torneiras convencionais por torneira automática de pressão, visto que a torneira convencional apresenta indícios de desperdícios decorrentes do mau fechamento da sua válvula e do uso excessivo de água pelos usuários, por sua vez a torneira de funcionamento hidromecânico apresenta menor consumo de água, além de evitar perdas em função do mau uso do equipamento (CUREAU, KALBUSCK & HENNING, 2019)

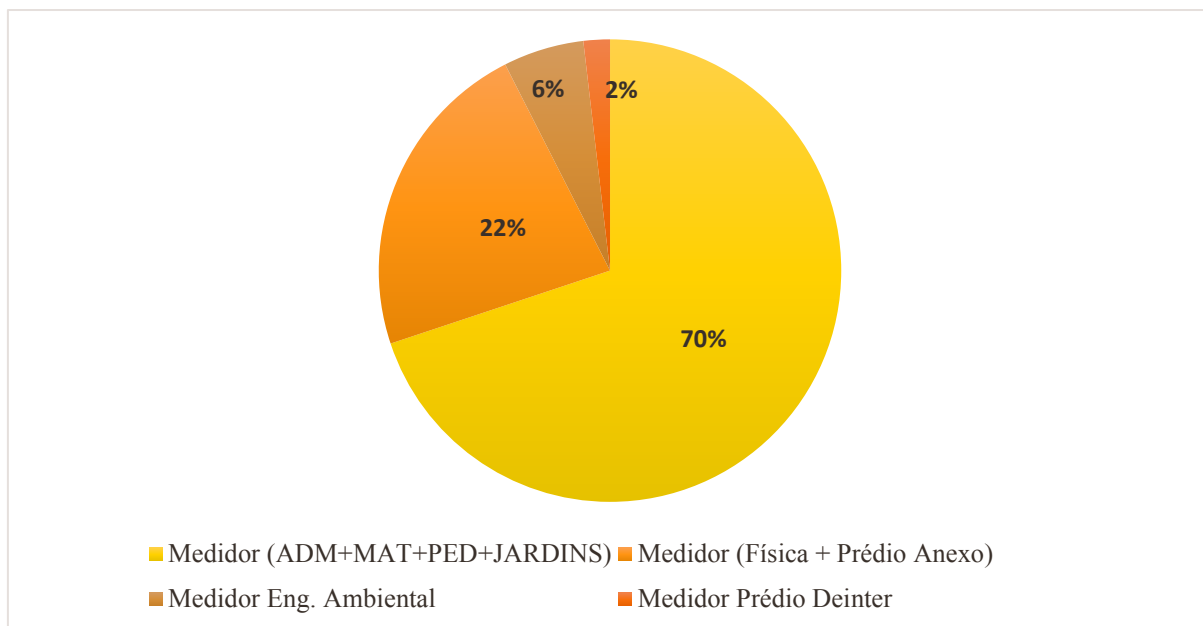
Mesmo com a eliminação dos vazamentos (visíveis) e melhorias em alguns sistemas, surgiu outro ponto a ser verificado, quais os setores que apresentam maior consumo. Para limitar a área de estudo e verificar formas de diminuir, prioritariamente, nos pontos de maior consumo.

Por causa da grande heterogeneidade dos cursos que estão no *campus*, cada prédio apresenta peculiaridades, em especial, o prédio do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, por apresentar quatro laboratórios, que somados tem alto consumo de água, sendo eles: laboratório de limnologia, laboratório de físico-química, laboratório de saneamento e laboratório de hidráulica.

Essas medições já estão planejadas para um ciclo completo de 12 meses, e será realizada por meio da parceria com a Companhia de Águas e Esgotos de Rondônia (CAERD), que forneceu seis hidrômetros para a instalação em pontos estratégicos na UNIR. Com os primeiros resultados da instalação, conforme Figura 5, dos seis hidrômetros (um não mencionado era o medidor do reservatório principal subterrâneo,

utilizado para alimentar os prédio administrativos, de matemática, pedagogia, engenharia, física e anexo e o medidor do restaurante universitário que está sem uso) foi possível verificar que o maior consumo hoje se referia ao medidor ADM+MAT+PED+JARDINS (ADM – Prédio Administrativo, MAT – Prédio da Matemática, PED – Prédio do curso de pedagogia, Jardins se refere a maior parte das torneiras do *campus*) que representa 70% do consumo, seguido pelo medidor do prédio da Física e prédio anexo a física com 22%, a Engenharia Ambiental 6% e DEINTER 2%.

Figura 5. Padrão de consumo médio nos medidores analisados durante 20 dias.



Diante dessas informações, surgiu a primeira constatação, atualmente com a pandemia o prédio da Física e prédio anexo estão com baixa atividade, aberto apenas para limpeza, logo não geraria esse consumo ao fechar todos os pontos de consumo havia consumo. Com ausência do projeto hidráulico no *campus*, foi iniciado o processo de escavação nessa rede, foi encontrado uma rede que ligavam para área que não havia edificação, mesmo ao isolar essa rede com registro o consumo ainda permaneceu, porém minimizou, ao seguir as escavação chegou até a tubulação que entrava por baixo do prédio, na impossibilidade de buscar esse vazamento (foi solicitado a companhia de água – CAERD o Geofone, porém estava em uso em outra cidade), e devido ser um prédio com pouco pontos de consumo foi realizada uma nova rede, diante dessas modificações o consumo reduziu em 89.25% para um mesmo período analisado.

Atualmente estamos trabalhando no prédio de Engenharia Ambiental visto que está ocorrendo vazamento, descobrir esses vazamentos são difíceis por serem subterrâneos e por serem antigos esses vazamentos podem ocorrer caminhos preferenciais, então está ocorrendo escavação para encontrar.

Vale ressaltar que foram estudadas essas duas redes do prédio de Física e da Engenharia Ambiental, que apresentaram maior consumo quando os pontos de distribuição (registros) estavam fechados, caracterizando perda de água. Após a solução

delas serão realizadas trocas e melhorias na rede, com uma melhor distribuição dos pontos de água.

Essas mudanças que vêm ocorrendo são simples, porém fundamentais para maximizar o uso sustentável da água, sem comprometer as atividades dos setores. Mesmo com mudanças e cuidados simples, já é possível deslumbrar reduções substanciais no consumo e, ao mesmo tempo, reduzir custo a UNIR.

Além dessas medidas, em consonância ao aqui demonstrado, talvez fosse interessante fazer ou refazer a rede hidráulica das ligações entre os prédios, visto que hoje já é demonstrado que a reforma de edifícios públicos pode levar a reduções drásticas no consumo de água e energia com rápidos períodos de retorno (BERTONE, 2018)

## Considerações finais e propostas futuras

O consumo de água no *campus* de Ji-Paraná não apresentou diminuição significativa durante o período de pandemia. Isso traz indagações sobre perdas de água no *campus*. É necessária uma revisão sistemática das tubulações do *campus*. A instalação de hidrômetros por prédio do *campus* foi essencial para a identificação e diagnóstico destes pontos de perdas.

Como a gestão da Universidade Federal de Rondônia é centralizada em relação a obras e serviços de engenharia no *Campus* de Porto Velho onde fica a reitoria e as pró-reitoria, foi encaminhado duas propostas relacionadas ao uso da água aos setores competentes. Vale ressaltar que em geral em prédios mais de 50% do consumo de água potável em edifícios residenciais é dedicado ao uso de água sem necessidade de ser água potável (STEC & ZELEŇÁKOVÁ, 2019), e possivelmente nas Universidade esses valores são maiores.

Assim primeira proposta foi referente ao aproveitamento da água da chuva, pelo fato de Rondônia ser uma região com pluviosidade anual de 2000 mm (WEBLER; AGUIAR; AGUIAR, 2007), a utilização de água da chuva é viável, certamente reduzirá de forma abrupta o consumo de água potável. O uso da água da chuva poderia permitir o abastecimento total da demanda de água não potável nos prédios visto termos área de telhado talvez suficientes.

Além dos benefícios econômicos que advém dessa proposta, será utilizado tais sistemas como laboratórios de pesquisas para estudar aspectos da qualidade da água e juntamente preposições regionais para cálculos para auxiliar as futuras tomadas de decisão no estado.

Outra proposta foi a instalação de um sistema de tratamento de efluentes líquidos com reuso para aproveitamento da água e nutrientes para irrigação do *campus* que apresenta uma grande área verde.

Nestes casos, o uso da água da chuva e esgoto tratado poderá permitir o abastecimento total da demanda de água não potável nos prédios. Embora a água cinza como o esgoto tenha qualidade inferior à da chuva, esse efluente é gerada com maior regularidade, justificando sua inclusão que a água da chuva. Além disso, a produção varia de acordo aos hábitos dos usuários sobre o uso de aparelhos de água, o tipo de equipamentos (com ou sem aparelhos que economizam água) e o local clima (MARINOSKI & GHISI, 2019).

## Referências

- BERTONE, E., STEWART, RA, SAHIN, O., ALAM, M., ZOU, PXW, BUNTINE, C., & MARSHALL, C. (2018). Guidelines, barriers and strategies for energy and water retrofits of public buildings. *Journal of Cleaner Production*, 174, 1064–1078.
- BULMER, Martin (Ed.). **Sociological research methods**. Transaction Publishers, 1977.
- CORTESE, A. D. The critical role of higher education in creating a sustainable future. **Planning for higher education**, v. 31, n. 3, p. 15-22, 2003.
- CUREAU, R. J.; KALBUSCH, A.; HENNING, E. Análise comparativa entre torneira convencional e torneira de funcionamento hidromecânico instaladas em um *campus* universitário. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 19, n. 2, p. 157-170, abr./jun. 2019.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- LOZANO, R.; LUKMAN, R.; LOZANO, F. J.; HUISINGH, D.; LAMBRECHTS, W. Declarations for sustainability in higher education: becoming better leaders, through addressing the university system. **Journal of Cleaner Production**, v. 48, p. 10–19, 2013.
- MARINOSKI, A. K., GHISI, E. (2018). Environmental performance of hybrid rainwater-greywater systems in residential buildings. **Resources, Conservation & Recycling**, 144, 100–114.
- MORAES, A. S.; MORAES, A. O. **Racionalização do uso de água em instituições de ensino superior: estudo de caso do sistema de destilação da escola de engenharia da UFF**. NITEROI: UFF, 2015 Monografia (Bacharelado em Engenharia Química), Departamento de Engenharia Química e de Petróleo, Universidade Federal Fluminense, 2015.
- STEC, A.; ZELENÁKOVÁ, M. An Analysis of the Effectiveness of Two Rainwater Harvesting Systems Located in Central Eastern Europe. *Water* **2019**, 11, 458.
- UN. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. **Division for Sustainable Development Goals: New York, NY, USA**, 2015.
- UNSDC - UNITED NATIONS FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT CONFERENCE. **The Future we Want**. 2012, p. 49.
- WEBLER, A. D.; AGUIAR, R. G.; AGUIAR, L. J. G. Características da precipitação em área de floresta primária e área de pastagem no Estado de Rondônia. *Revista Ciência e Natura*, v. Esp., p. 55-58, 2007.





## Capítulo 13

# Acondicionamento dos Resíduos Sólidos Gerados no Centro de Convivência da Universidade Federal de Lavras

*Mateus Barreto Flausíno*

*Gabriela Rezende de Souza*

*Camila Silva Franco*

*André Geraldo Cornélio Ribeiro*



### Mateus Barreto Flausino

Bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Universidade Federal de Lavras (UFLA), consultor e empreendedor no ramo de treinamentos de mercado, com experiência profissional na Argentina. Coleciona quatro anos de atuação como empresário júnior na Preserva Jr. Projetos e Consultoria Ambiental e Sanitária, empresa júnior de Engenharia Ambiental e Sanitária da UFLA. Além disso, foi bolsista de iniciação científica na área de saneamento ambiental.



### Gabriela Rezende de Souza

Doutoranda em Recursos Hídricos na Universidade Federal de Lavras com período sanduíche na Purdue University - Lyles School of Civil Engineering, trabalhando com Modelagem de Cheias. Foi docente voluntária nas disciplinas de Gestão de Resíduos Sólidos e Controle de Poluição do Ar para o curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da UFLA. Mestre em Recursos Hídricos pela UFLA, atuando no tratamento de águas residuárias. Bacharela em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Universidade Federal de Lavras. Co-fundadora da Preserva Jr. Projetos e Consultoria Ambiental e Sanitária, empresa júnior de Engenharia Ambiental e Sanitária da UFLA. Foi aluna do Ciência Sem Fronteiras na Szent Istvan University-HU no ano de 2014.



Camila Silva Franco

Possui graduação em Engenharia Ambiental pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP). Doutora em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas pela Universidade Federal de Lavras (UFLA), MG. Atualmente é Professora Adjunta do Departamento de Engenharia da UFLA. Tem experiência em saneamento básico nas esferas: Resíduos sólidos urbanos, tratamento de água e tratamento de efluentes.



André Geraldo Cornélio Ribeiro

Engenheiro Civil formado pela Universidade Federal de Viçosa. Possui Mestrado e Doutorado na área de Geotecnia pela Universidade Federal de Viçosa. Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em Engenharia Geotécnica, atuando principalmente nas seguintes áreas: Investigação Geológico-geotécnica, Gestão de Resíduos Sólidos, Sistemas de Coberturas Evapotranspirativas e Projeto de Aterro Sanitário. Foi professor e Coordenador do Curso de Graduação em Engenharia Civil no Instituto Tecnológico de Caratinga - ITC, da rede de ensino DOCTUM no ano de 2011. Atualmente é Professor Associado no Departamento de Recursos Hídricos e Saneamento da Universidade Federal de Lavras, onde atua nos cursos de graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária, Engenharia Civil e Engenharia Agrícola. É Coordenador do Curso de Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária, professor e orientador no Programa de Pós-Graduação em Tecnologias e Inovações Ambientais - PPGTIA e no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental.

## Introdução

O consumismo e o sistema de compra, uso e o rápido descarte aceleram a utilização dos recursos naturais, resultando ainda no aumento da geração de resíduos sólidos (RS). Como consequência, o gerenciamento inadequado desses resíduos provoca riscos à saúde pública. Quando descartados em áreas sem proteção, podem gerar acúmulo de água, favorecendo a propagação de vetores de doenças (BHATT et al., 2013; LOWE et al., 2015). Além disso, pode haver contaminação da água e solo em decorrência da decomposição dos resíduos e, conseqüentemente, a fauna e a flora ligadas a eles também são afetadas (PUJARA, 2019).

O correto gerenciamento de resíduos sólidos, além de uma obrigação legal, é necessidade crescente em todos os âmbitos sociais, como nas zonas urbana e rural, empreendimentos e também em centros que detêm certa autonomia no exercício de suas atividades, como, por exemplo, as instituições de ensino superior (IES).

Nessa perspectiva de melhoria na questão dos RS, a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, também chamada de Rio+20, convidou as instituições de ensino superior ao comprometimento com práticas sustentáveis. Ademais, as universidades, como centros de disseminação do conhecimento e cultura, têm papel fundamental como um modelo do correto gerenciamento dos resíduos sólidos nelas gerados, multiplicando responsabilidade ética de promover e alcançar a sustentabilidade (IFEGBESAN, 2017; LOZANO et al., 2013).

Ao se avaliar a Universidade Federal de Lavras (UFLA) quanto às temáticas relacionadas ao meio ambiente, percebe-se o engajamento da instituição, uma vez que a universidade se destaca no *ranking GreenMetric*, que considera, em esfera mundial, os esforços em sustentabilidade e gestão ambiental das IES. A UFLA recebeu por cinco anos consecutivos a titulação de mais sustentável da América Latina (UFLA, 2016). Destaca-se ainda o reconhecimento em relação à gestão das águas, por meio do certificado *Blue University*, do movimento global *Blue Community*, parte do *Council of Canadians* (UFLA, 2016).

O *campus* Lavras conta com estruturas próprias de captação e tratamento de água, estação de tratamento de efluentes, sistemas de coleta de água de chuva, proteção de nascentes e matas ciliares, gestão de energia, programas de gerenciamento de resíduos químicos, implementação de campanhas que reduzem a geração de resíduos, como a substituição dos copos plásticos no restaurante universitário (RU), e coleta dos resíduos recicláveis, ainda insipiente, que é feita pela Associação de Catadores de Materiais Recicláveis de Lavras (ACAMAR). Entretanto, ao considerar a gestão dos resíduos sólidos gerados no Centro de Convivência (CC) da IES, observam-se situações a serem melhoradas no que diz respeito ao correto descarte dos resíduos em benefício à coleta seletiva.

Portanto, este capítulo apresenta a caracterização dos resíduos sólidos gerados no Centro de Convivência da Universidade Federal de Lavras-MG e propõe ações para o adequado gerenciamento dos resíduos no que se refere à segregação e acondicionamento.

## O Centro de Convivência da UFLA: características e situação atual do gerenciamento de resíduos sólidos

O estudo foi conduzido no Centro de Convivência (CC) da Universidade Federal de Lavras, localizada na cidade de Lavras, região sul de Minas Gerais. O município possui densidade demográfica de 163,26 hab/km<sup>2</sup>, com população de 92.200 habitantes e uma extensão territorial de 564,744 km<sup>2</sup> (IBGE, 2010). O *campus* da universidade, com área de 600 hectares, recebe diariamente cerca de 16000 pessoas, entre alunos e servidores (UFLA, 2008; E-SIC, 2018; SIGRH, 2018).

Figura 1. Centro de Convivência da UFLA.



Fonte: UFLA (2018).

Figura 2. Inauguração do Centro de Convivência da UFLA.



Fonte: UFLA (2016).

O CC ocupa uma área de 1946,46 m<sup>2</sup> em um ponto estratégico da universidade, devido à proximidade a locais com grande circulação de pessoas: biblioteca, agência bancária, pontos de ônibus, restaurante universitário (RU) e estacionamentos. Neste espaço, na data de desenvolvimento do trabalho, havia duas lanchonetes, dois restaurantes, uma cafeteria, uma copiadora, uma livraria e um salão de beleza, sendo, cada um deles, responsáveis pelo gerenciamento dos resíduos gerados em suas atividades. Dentro de todos os empreendimentos e também fora de alguns deles, havia lixeiras para o acondicionamento dos resíduos gerados. Elas eram esvaziadas aproximadamente quatro vezes ao dia e não havia separação dos materiais recicláveis. O resíduo coletado era destinado a uma lixeira maior, localizada nas proximidades do RU, onde ocorria a coleta convencional, de responsabilidade da prefeitura municipal de Lavras, para posterior destinação e disposição finais. Na UFLA, a coleta convencional dos resíduos sólidos ocorria às segundas, quartas e sextas-feiras e a coleta reciclável uma vez por semana, às quintas-feiras.

## **Caracterização dos resíduos sólidos gerados no Centro de Convivência da UFLA**

O ponto de partida para o dimensionamento dos recipientes de acondicionamento segregado consiste em conhecer as características do resíduo gerado, determinando os materiais presentes e o percentual de cada um em termos de massa e volume (CAMPOS, 2012). Assim, as análises de composição gravimétrica e volumétrica são importantes fatores a serem considerados para a implantação da coleta seletiva consistente.

De acordo com a rotina de retirada dos resíduos gerados nos estabelecimentos e destinação às lixeiras de acondicionamento no *campus*, foram realizadas coletas dos resíduos em quatro horários diferentes: 10h30min, 14h00min, 18h00min e 22h00min; nos seguintes dias: 16 (terça), 24 (quarta) e 29 (segunda-feira) de outubro de 2018. Essa estratificação foi realizada com o intuito de proporcionar maior homogeneidade das amostras, perfazendo diferentes dias e semanas.

Após a coleta, os resíduos foram acondicionados em local coberto e no dia seguinte foram realizadas as análises gravimétricas e volumétricas, utilizando-se o volume total diário coletado. Os volumes diários dos resíduos foram averiguados com o uso de um recipiente (tipo bombona) de área de base conhecida, o qual era preenchido com o material. A altura alcançada pelos resíduos era medida com uma trena e, então, calculado o volume diário gerado no CC para os três dias de coleta. Uma vez que os volumes diários excederam 1000 L de resíduos, procedeu-se o método do quarteamento.

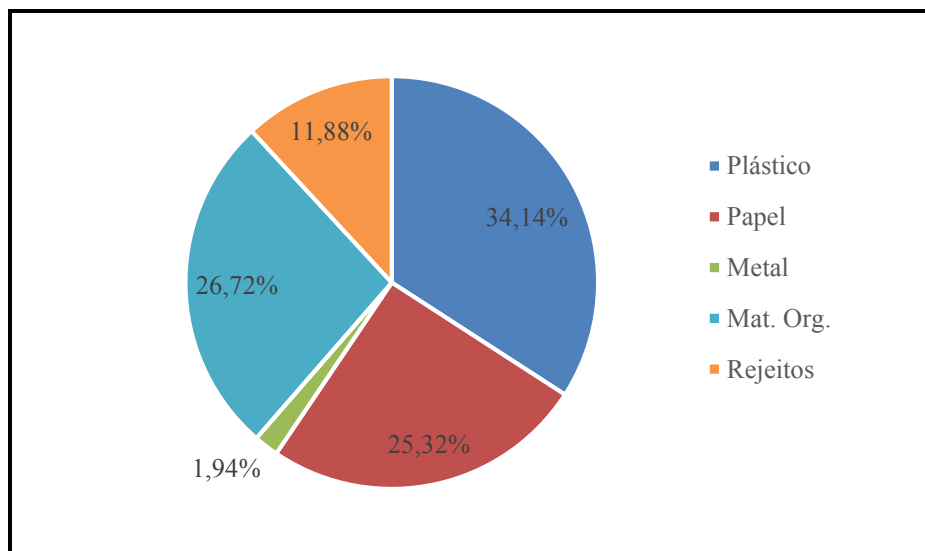
Para a realização da composição gravimétrica e volumétrica, as amostras de cada dia foram dispostas sobre uma lona e os resíduos separados manualmente em seis categorias:

- \* Plásticos (todo tipo de plástico: maleável, duro, PEAD, PEBD, etc.);
- \* Papel (caixas de papelão, embalagens, folha de caderno, etc.);
- \* Metais (embalagens de alumínio, ferro, etc.);
- \* Vidros (copos, garrafas, etc.);
- \* Matéria orgânica (restos de alimentos, folhas, etc.);
- \* Rejeitos (materiais não recicláveis e que não são passíveis do processo de compostagem).

No Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, na Paraíba, Silva et al. (2018) estimaram a geração *per capita* e a composição gravimétrica dos resíduos gerados. Os autores verificaram que diariamente eram produzidos 49,28 g de resíduos por pessoa e que a maioria dos resíduos era composta por matéria orgânica, sendo apenas 13 % de plástico e 9 % de papel/papelão em massa. Já a composição gravimétrica dos resíduos no Instituto Federal do Rio de Janeiro *campus* Duque de Caxias mostra que a maioria dos resíduos foi composta por plástico (36,04 %) e o percentual de matéria orgânica foi de 28,36 % (FILHO et al., 2014). Entretanto, quando analisado somente o restaurante universitário de uma IES, o percentual de matéria orgânica na composição gravimétrica dos resíduos chegou a 80 %, destacando-se a necessidade de uma adequada segregação para que seja possível o aproveitamento do resíduo (PERUCHIN et al., 2013).

No CC da UFLA, a média de volume diário de RS gerados foi de  $1865,4 \pm 254,2$  m<sup>3</sup>, para os três dias de coleta, e a massa total estimada de 196,4 kg/dia. Ou seja, cerca de 37 m<sup>3</sup> de resíduos por mês eram encaminhados para o aterramento. A massa específica calculada dos resíduos coletados foi de 0,105 kg/L, abaixo do valor médio descrito para o Brasil por Barros (2012), que está entre 0,120 e 0,250 kg/L. O baixo valor de massa específica encontrado para os resíduos do CC pode ser justificado em função do grande volume de plástico, que apresenta baixa contribuição em massa. Além disso, quando os resíduos são retirados dos sacos de acondicionamento, há a expansão os seus volumes, o que também colabora para a diminuição do valor da massa específica. A composição volumétrica dos RS, em porcentagem, é apresentada na Figura 3.

Figura 3. Composição volumétrica dos RS gerados no Centro de Convivência da UFLA.



Fonte: Dos autores.

Percebe-se que a geração de recicláveis foi majoritária, ou seja, a aplicação da coleta seletiva reduziria significativamente (61%) o volume de resíduos encaminhados para o aterramento. Juliatto et al. (2011) mostraram que, para o Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina, o volume de resíduos recicláveis era de 50%. Ou seja, assim como ocorre na UFLA, a maior fração em volume dos resíduos é passível de reciclagem. Isso ocorre devido principalmente aos atuais padrões de consumo, em que

existem muitas embalagens e ainda falta o hábito de evitar a geração, o que poderia ser feito, por exemplo, a partir do uso de canecas e talheres pessoais que não sejam descartáveis.

Na Tabela 1 são apresentados os dados de massa dos resíduos do CC da UFLA, analisados após o método do quarteamento. Algumas categorias, como o papel, apresentaram desvio padrão relativamente alto. Isso pode ser justificado pelo fato de que a separação dos resíduos foi realizada quanto à categoria geral, ou seja, as subcategorias de um mesmo material não foram diferenciadas. Assim, caixas de papelão e folhas de caderno, por exemplo, foram consideradas no mesmo grupo, o que justifica a variação de massa encontrada.

A distribuição de massa, em porcentagem, para cada categoria de resíduos é apresentada na Figura 4. A matéria orgânica é a categoria com maior geração no CC da UFLA. Isso se justifica em função da presença de estabelecimentos comerciais do ramo alimentício (lanchonetes, restaurantes, cafeteria), que, em seu processo produtivo, geram muitos resíduos orgânicos. Além disso, não há o consumo completo de todos os alimentos comprados por parte dos consumidores, ou seja, ocorre também após a compra a geração de resíduos orgânicos.

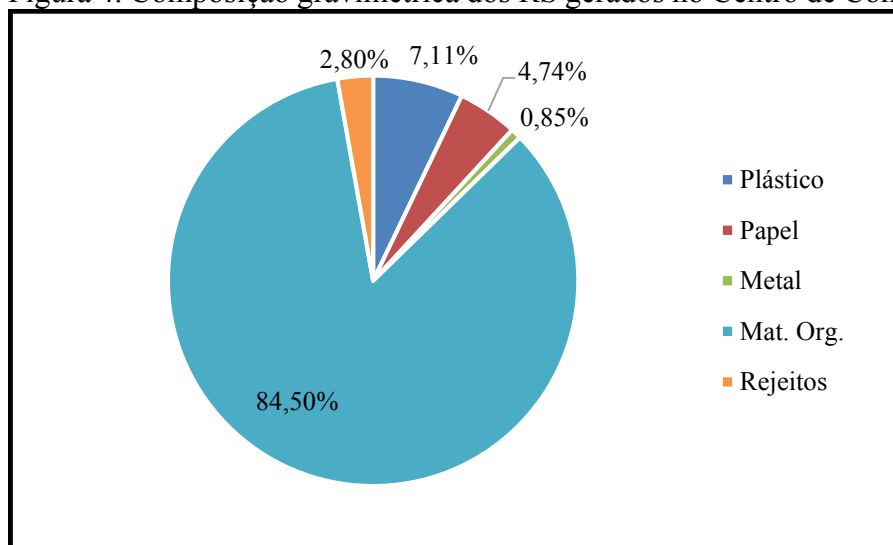
Tabela 1. Geração de RS em massa por categoria das amostras após quarteamento.

| Datas      | Categoria        | Massa após quarteamento (kg) | Massa após quarteamento (kg) | média | Desvio padrão (kg) | Coefficiente de variação (%) |
|------------|------------------|------------------------------|------------------------------|-------|--------------------|------------------------------|
| 16/10/2018 | Plástico         | 8,814                        | 9,028                        |       | 0,965              | 10,683                       |
| 25/10/2018 |                  | 10,082                       |                              |       |                    |                              |
| 29/10/2018 |                  | 8,189                        |                              |       |                    |                              |
| 16/10/2018 | Papel            | 8,601                        | 6,014                        |       | 2,620              | 43,569                       |
| 25/10/2018 |                  | 6,078                        |                              |       |                    |                              |
| 29/10/2018 |                  | 3,362                        |                              |       |                    |                              |
| 16/10/2018 | Metal            | 0,677                        | 1,086                        |       | 0,414              | 38,143                       |
| 25/10/2018 |                  | 1,075                        |                              |       |                    |                              |
| 29/10/2018 |                  | 1,505                        |                              |       |                    |                              |
| 16/10/2018 | Vidro            | 0,164                        | 0,055                        |       | 0,095              | 173,205                      |
| 25/10/2018 |                  | 0                            |                              |       |                    |                              |
| 29/10/2018 |                  | 0                            |                              |       |                    |                              |
| 16/10/2018 | Matéria orgânica | 129,049                      | 107,324                      |       | 22,290             | 20,769                       |
| 25/10/2018 |                  | 108,414                      |                              |       |                    |                              |
| 29/10/2018 |                  | 84,509                       |                              |       |                    |                              |
| 16/10/2018 | Rejeitos         | 4,897                        | 3,555                        |       | 1,164              | 32,734                       |
| 25/10/2018 |                  | 2,833                        |                              |       |                    |                              |
| 29/10/2018 |                  | 2,934                        |                              |       |                    |                              |

Fonte: Dos autores.



Figura 4. Composição gravimétrica dos RS gerados no Centro de Convivência da UFLA.



Fonte: Dos autores

Ao se comparar a porcentagem em massa de material orgânico gerado no CC da UFLA (84,50%), com outras IES (Tabela 2), percebe-se que o valor é alto. Evidências de que estabelecimentos com produção alimentícia geram majoritariamente resíduos orgânicos são, por exemplo, o que mostram Peruchin et al. (2013), que 82,14% de todo resíduo gerado no Restaurante Escola de uma IES localizada no sul do Brasil é orgânico. Além disso, no restaurante universitário do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, 94,00% da geração de resíduos é de característica orgânica (SILVA et al., 2018). Carvalho (2015) mostrou que a fração orgânica da composição gravimétrica dos resíduos da UFLA, em 44 pontos de coleta, era 25,70%, em 2014. Ou seja, quando são avaliados mais pontos na área da IES, a contribuição de matéria orgânica, em porcentagem, é menor, visto que em salas de aulas e departamentos, por exemplo, a geração desse tipo de resíduo é baixa.

Tabela 2. Contribuição em massa (%), dos resíduos orgânicos em IES.

| IES  | Geração, em massa, de resíduos orgânicos (%) | Fonte                   |
|--|--|-------------------------|
| Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS)                                 | 25,37  | Ozório et al. (2017)    |
| Centro Universitário de Sete Lagoas (UNIFEMM)                                      | 39   | Moreira et al. (2016)   |
| Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ)   | 28,36  | Filho et al. (2014)     |
| Universidade Tecnológica Federal do Paraná <i>Campus</i> Francisco Beltrão (UTFPR) | 29,8   | Gonçalves et al. (2010) |
| Centro de Convivência da Universidade Federal de Lavras (UFLA)                     | 84,5   | Este estudo             |

Fonte: Dos autores.

## Projeção da geração de resíduos sólidos no Centro de Convivência da UFLA

Segundo a Pró-Reitoria de Infraestrutura, o CC da UFLA tem capacidade para 500 pessoas e a estimativa na época do estudo era de que diariamente 1500 indivíduos, possíveis geradores de RS, frequentavam o local. Assim, os cálculos das gerações *per capita* consideraram esse número de geradores. A geração *per capita* (GPC) para cada categoria dos resíduos, em massa e volume, foi calculada por meio da Equação 1.

$$\text{GPC (kg/indivíduo)} = \frac{\text{geração de resíduos (kg)}}{\text{frequentadores do CC em 2018 (indivíduos)}} \quad (1)$$

A estimativa do número de alunos em 2022 foi obtida por meio dos dados fornecidos em novembro de 2018 pelo Sistema Eletrônico do Serviço de Informação ao Cidadão quanto ao crescimento esperado no número de matriculados no *campus* de Lavras. Já o número de funcionários neste mesmo ano foi estimado por meio de uma projeção de crescimento linear, considerando a taxa de crescimento médio anual dos últimos quatro anos. A Tabela 3 mostra a relação de funcionários da UFLA, entre 2014 e 2018, segundo dados do SIG-RH da UFLA. Dessa forma, o número estimado de pessoas que frequentarão diariamente a UFLA em 2022 foi dado pela soma do total de matriculados e de funcionários estimados. Obteve-se, então, a taxa de crescimento populacional de 2018 para 2022, a qual foi utilizada para estimar a população que frequentará o CC no último ano.

Tabela 3. Número de funcionários, por ano, na UFLA.

| Ano  | Número de Funcionários |
|------|------------------------|
| 2014 | 930                    |
| 2015 | 1051                   |
| 2016 | 1157                   |
| 2017 | 1238                   |
| 2018 | 1374                   |

Fonte: SIG-RH UFLA (2018).

O crescimento médio anual observado no número de funcionários da UFLA, entre 2014 e 2018 foi de 111 contratações. Assim, até 2022, admitindo um crescimento linear, o número total de funcionários estimado será de 1818. Os dados fornecidos Sistema Eletrônico do Serviço de Informação ao Cidadão mostram que a projeção até 2022 é de que a UFLA tenha um total de 18.045 matriculados no *campus* de Lavras. Dessa forma, a população estimada da UFLA, em 2022, no *campus* de Lavras será de aproximadamente 20 mil pessoas, que corresponde a um crescimento de 25%. Assim, em 2022 são esperadas que 1875 pessoas circulem diariamente no CC da UFLA.

Para a estimativa de aumento de geração de RS da UFLA, considerou-se a geração *per capita* atual para a população prevista em 2022. Assim, as projeções de geração de resíduos, em massa e volume, foram obtidas por meio da relação expressa na Equação 2.

$$\text{Geração em 2022 (kg)} = \text{GPC}_{2018} \times \text{frequentadores do CC em 2022} \quad (2)$$

Considerando os dados de 2018, os volumes diários e o diário *per capita* foram calculados, assim como o volume diário estimado para 2022. Os dados estão presentes na

Tabela 4. Quanto à estimativa de produção em massa dos resíduos sólidos para 2022, os resultados se encontram na Tabela 5.

Tabela 4. Geração de RS, em volume, para os anos de 2018 e 2022.

| Categoria | Volume diário em 2018 (L/dia) | Volume diário <i>per capita</i> (L/pessoa.dia) | Volume diário estimado em 2022 (L/dia) |
|-----------|-------------------------------|--|--|
| Plástico  | 636,85                        | 0,42   | 796,06                                 |
| Papel     | 472,32                        | 0,31   | 590,40                                 |
| Metal     | 36,19                         | 0,02   | 45,24                                  |
| Vidro     | 0,00                          | 0,00   | 0,00                                   |
| Mat. Org. | 498,44                        | 0,33   | 623,05                                 |
| Rejeitos  | 221,61                        | 0,15   | 277,01                                 |
| Total     | 1865,41                       | 1,24   | 2331,76                                |

Fonte: Dos autores.

Tabela 5. Relação de massas, por categoria de resíduo gerado.

| Classes          | Massa específica (kg/L) | Massa média diária em 2018 (kg/dia) | Massa <i>per capita</i> diária estimada em 2022 (kg/ind.dia) | Massa diária estimada em 2022 (kg/dia) |
|------------------|-------------------------|-------------------------------------|--|--|
| Plástico         | 0,022                   | 13,93                               | 0,009  | 17,41                                  |
| Papel            | 0,020                   | 9,28                                | 0,006  | 11,61                                  |
| Metal            | 0,046                   | 1,66                                | 0,001  | 2,08                                   |
| Vidro            | -                       | 0,00                                | 0,000  | 0,00                                   |
| Matéria orgânica | 0,333                   | 165,51                              | 0,110  | 206,89                                 |
| Rejeitos         | 0,025                   | 5,48                                | 0,004  | 6,86                                   |
| Total            | 0,105                   | 195,87                              | 0,13   | 244,84                                 |

Fonte: Dos autores.

A partir da avaliação dos valores, recomenda-se que os volumes de rejeitos sejam diminuídos, o que pode ser feito a partir da mudança de hábito no ato do consumo no CC. Grande parte desses resíduos era composta de isopor, visto que alguns estabelecimentos utilizavam recipientes desse material para servirem suas refeições. Entretanto, o isopor não é reciclado na região, fato que o enquadra como rejeito. Propõe-se, então, que campanhas de conscientização e mobilização social sejam realizadas para a substituição por vasilhames reutilizáveis.

Percebe-se que no CC da UFLA a geração *per capita*, em massa, era de 0,131 kg/ind.dia. Ao comparar esse valor com outros de algumas IES brasileiras, dispostos na Tabela 6, constata-se que o valor encontrado para o CC da UFLA é semelhante aos demais, visto que não se distancia de forma expressiva daqueles relatados pelos autores.

Tabela 6. Geração *per capita* em IES no Brasil.

| IES                                   | Geração, em massa, de resíduos orgânicos (%) | Fonte                     |
|---------------------------------------|--|---------------------------|
| Pontifícia Universidade Católica – RJ | 0,297  | Gomes (2009)              |
| Universidade Federal de Viçosa – MG   | 0,242  | Monteiro e Azevedo (2009) |
| Escola Politécnica de São Paulo – SP  | 0,107  | USP (2006)                |
| CC da UFLA                            | 0,131  | Este estudo               |

Fonte: Dos autores.

## **Proposta de melhoria do acondicionamento de resíduos sólidos no Centro de Convivência da UFLA**

O dimensionamento do acondicionamento segregado dos resíduos gerados no CC consistiu na determinação do número de recipientes de 100 L (volume máximo de fácil manuseio e de sacos de lixo comerciais) para disposição diária dos resíduos nas categorias: rejeito, orgânico e reciclável. Além disso, determinou-se as melhores localizações no CC.

Como exposto, no CC havia uma geração significativa de matéria orgânica. Dessa forma, visando à destinação à compostagem, faz-se necessário que o resíduo orgânico seja acondicionado separadamente dos recicláveis e rejeitos. O dimensionamento dos recipientes para armazenar esse material se deu considerando que a coleta ocorreria de dois em dois dias. Assim, o volume gerado diariamente foi multiplicado por dois, para o cálculo da capacidade do recipiente de acondicionamento. Do mesmo modo ocorreu o dimensionamento do armazenamento dos rejeitos, uma vez que a coleta convencional ocorre na universidade às Segundas, Quartas e Sextas. Já a coleta seletiva é realizada apenas uma vez por semana. Dessa forma, faz-se necessária a existência de um dispositivo que acondicione os resíduos recicláveis gerados durante os sete dias de funcionamento do CC. Assim, o volume diário total gerado de materiais recicláveis foi multiplicado por sete, a fim de representar a geração semanal e dimensionar um recipiente maior para acondicionamento deste material.

O número de recipientes de 100 L a serem distribuídos no Centro de Convivência da UFLA para a coleta diária são mostrados na Tabela 7. Os valores de volume de 100L se adequam aos sacos de lixo amplamente comercializados, além de ser um volume que proporciona facilidade no manejo diário, como na coleta e transporte. É perceptível, também, que esse volume leva à necessidade de uma quantidade maior de contentores do que se fosse eleito um volume de maior valor. Esse fato proporciona uma distribuição de recipientes mais difusa no CC e, assim, a facilidade de acesso por parte dos frequentantes do espaço. Os volumes dimensionados para contêineres de acondicionamento seguem na Tabela 8.

Tabela 7. Número de recipientes de acondicionamento diário para cada tipo de resíduo.

| Resíduo    | Número de recipientes (100L) para acondicionamento |
|------------|--|
| Reciclável | 15   |
| Rejeito    | 3  |
| Orgânico   | 7  |

Fonte: Dos autores.

Tabela 8. Volume total para acondicionamento de cada tipo de coleta de RS.

| Coleta     | Volume do contêiner para 2022 (L) |
|------------|-----------------------------------|
| Reciclável | 10.027,50                         |
| Rejeitos   | 555                               |
| Orgânicos  | 1.245,00                          |

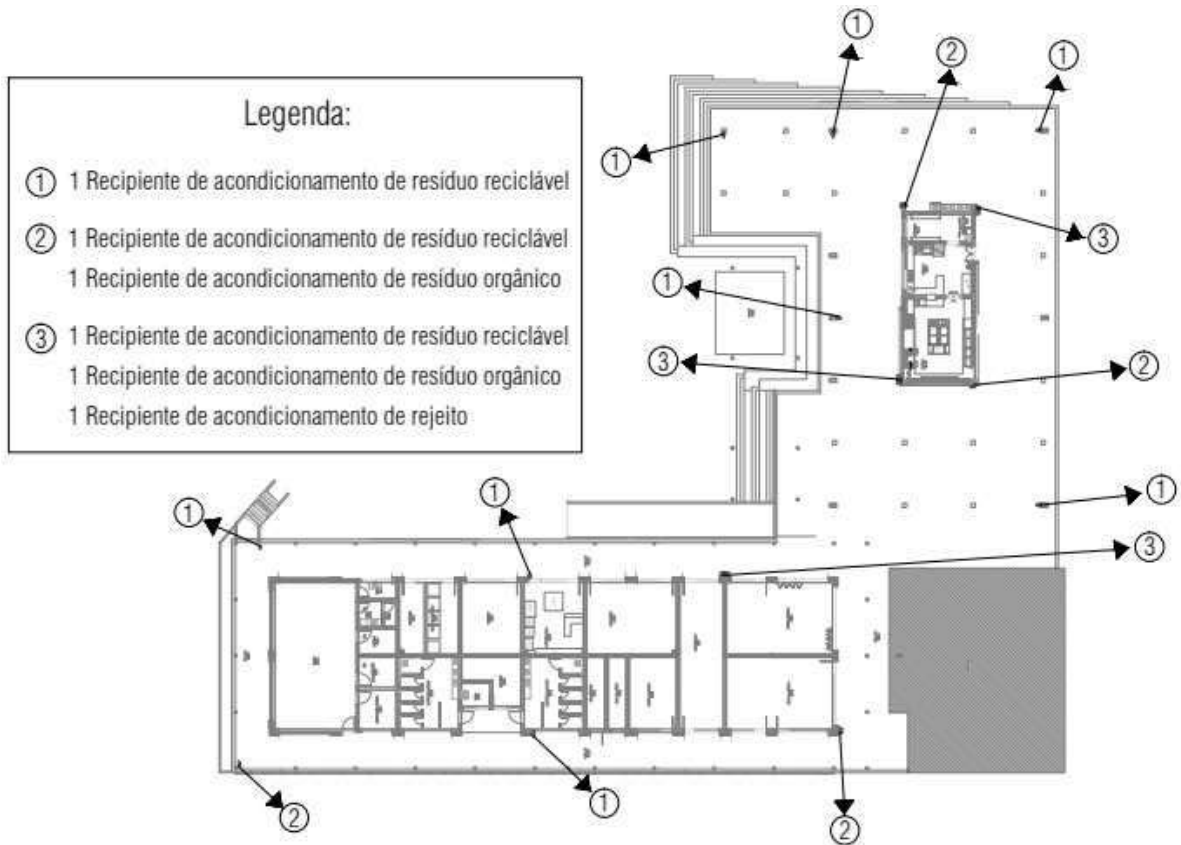
Fonte: Dos autores.

Para ambos os casos, recomenda-se os dispositivos sejam de material resistente, como polietileno de alta densidade (PEAD), com aditivos que possuam proteção aos raios ultravioletas, tenham tampas, rodas e coletores de chorume. Os volumes de contêineres mais facilmente encontrados no mercado são de 1.000, 500, 360 e 100 litros. Para o caso dos valores dimensionados nesse trabalho, sugere-se que exista o contato com o fabricante e seja realizado um pedido personalizado com o volume mais próximo ao indicado, para que seja necessário o menor número de recipientes.

A avaliação do melhor local para a instalação dos recipientes de armazenamento foi realizada com o auxílio do projeto arquitetônico do CC fornecido pela PROINFRA e pautada em dois aspectos fundamentais: tráfego de pessoas – para as lixeiras de coletas diárias; e facilidade de acesso de automóveis – para as coletas seletiva e convencional e do material orgânico.

É perceptível que no Centro de Convivência da UFLA há uma densidade maior de pessoas na área entre os restaurantes e lanchonetes. Isso ocorre devido à alta demanda de consumo alimentício, grande quantidade de mesas e cadeiras e localização do palco onde ocorrem apresentações culturais. Dessa forma, a maior parte das lixeiras, cerca de 70%, deve ser alocada nessa área e os outros 30% distribuídos no restante do espaço, preferencialmente em frente aos demais estabelecimentos. A distribuição sugerida é mostrada na Figura 5.

Figura 5. Localização dos recipientes de acondicionamento dos RS no CC da UFLA.



Fonte: Dos autores.

Para os pontos identificados com a numeração 1 é importante que também existam recipientes de volumes pequenos para os resíduos orgânicos e rejeitos. De forma semelhante, nos locais indicados com 2 deve haver pequenos recipientes para os rejeitos. A justificativa é que, assim, a segregação não será comprometida pela distância entre lixeiras de diferentes tipos de resíduos, o que dificultaria a correta separação por parte dos geradores.

Todas as coletas de resíduos são realizadas por caminhonetes ou caminhões, o que leva à necessidade de que o acesso aos contêineres de acondicionamento seja facilitado. Assim, o local selecionado para a instalação desses dispositivos é na proximidade do RU, onde já existe uma área destinada ao acondicionamento. A justificativa para essa escolha é que ao lado dessa área há um grande estacionamento, com vias de boa circulação para os automóveis. A área em questão se encontra destacada na Figura 6.

Figura 6. Localização dos contêineres de acondicionamento de RS.



Fonte: Dos autores. Adaptado Google Earth® (2018).

## **O papel das IES no gerenciamento de resíduos sólidos e as iniciativas da UFLA**

No Brasil, a Lei nº 12.305/2010 instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que aborda os princípios de não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final adequada dos rejeitos para o correto gerenciamento dos resíduos sólidos. Como um dos instrumentos, para seguir essa chamada hierarquia de gestão, destaca-se a responsabilidade compartilhada, a qual responsabiliza toda pessoa física ou jurídica envolvida no processo de geração de algum resíduo sólido (BRASIL, 2010).

A PNRS define como gerenciamento de resíduos sólidos o conjunto de ações exercidas nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. Essas ações, diretas ou indiretas, devem estar de acordo com o plano de gerenciamento de resíduos sólidos (PGRS) ou com o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos (BRASIL, 2010). Mannarino et al. (2016) destacam a

necessidade de se integrar as diferentes etapas do gerenciamento de resíduos ao planejamento urbano. Para Garcia et al. (2015) os planos de gestão de resíduos são o ponto de partida para a implantação da PNRS, uma vez que a gestão dos resíduos é competência dos municípios e estes planos agem localmente na problemática dos resíduos domésticos.

De acordo com Teodósio et al. (2016), o instrumento de responsabilidade compartilhada, estabelecido pela PNRS, exige das empresas um completo planejamento da destinação e reaproveitamento dos produtos fabricados, incluindo a participação dos atores externos, como consumidores e catadores. Além de exigência legal, essas ações se mostram como vantajosas economicamente, devido à reversão de materiais e/ou da reciclagem nas diferentes áreas e funções organizacionais. Nesse contexto, a adoção de um sistema participativo, com a responsabilidade compartilhada entre os diversos geradores de resíduos, a adoção de metas e indicadores e a revisão periódica das estratégias, o incentivo à não-geração, a redução, reaproveitamento e reciclagem, bem como o adequado descarte dos resíduos é essencial para o correto gerenciamento dos resíduos sólidos nas diversas esferas (GARCIA et al., 2015).

Apesar de as IES não estarem obrigadas na Lei 12.305/2010 a elaborar o PGRS, estas são vistas como modelos em suas comunidades, além de líderes em responsabilidade socioambiental (VELAZQUEZ et al., 2005; ZHANG et al., 2011). De Vega et al. (2008) caracterizaram os resíduos gerados em um dos *campus* da Universidade Autônoma de Baja Califórnia (UABC), no México, quanto à quantidade gerada e os tipos de resíduos. A grande maioria dos resíduos gerados no *campus* eram recicláveis, e o mercado de recicláveis da região poderia absorver facilmente esta quantidade, desde que fossem implantadas estratégias de segregação dos resíduos e destinação adequadas.

Dessa forma, para Fagnani e Guimarães (2017) a existência de um PGRS no *campus* de uma IES pode oferecer ao menos três vantagens: diminuir a geração de resíduos, promover a geração de renda para pessoas envolvidas com a cadeia de reciclagem e capacitar recursos humanos como agentes multiplicadores do gerenciamento de resíduos. Algumas ações desenvolvidas por IES quanto ao gerenciamento de resíduos sólidos são mostradas no Quadro 1.



Quadro 1. Exemplos de IES com iniciativas de melhoria na gestão dos seus RS.

| IES   | País      | Iniciativa   | Fonte  |
|---|-----------|--|--|
| King Mongkut's University of Technology Thonburi (KMUTT)          | Tailândia | Incentivo ao uso de copos e canecas reutilizáveis.   | KMUTT (2010)   |
| Thammasat University (TU)   | Tailândia | No seu plano de ação entre 2014 e 2017 lançou campanhas de separação de resíduos recicláveis.  | Thammasat University (2014)  |
| Mahidol University (MU)   | Tailândia | Aderiu à política dos 3Rs para reduzir o consumo de plástico, incentivou o uso de recipientes pessoais, para evitar o consumo de embalagens, além de fazer um projeto de separação dos resíduos. | Mahidol University (2013)  |
| Chulalongkorn University (CU)                                     | Tailândia | Estabeleceu, em 2011, a redução de embalagens de isopor e criou um centro de reciclagem dos resíduos.  | Chulalongkorn University (2012)                                      |
| Instituto Asiático de Tecnologia (AIT)                            | Tailândia | Houve iniciativas sustentáveis de implementação dos 3Rs.   | Tangwanichagapong et al. (2017)                                      |
| Rutgers University (UR)   | EUA       | Alcançou uma taxa de reciclagem de 67%, como parte do seu projeto de gestão dos resíduos sólidos.  | De Vega et al. (2008)  |
| Western Kentucky University (WKU)                                 | EUA       | Há coleta de resíduos (papel, papelão, metal e resíduos perigosos) para reciclagem.  | Western Kentucky University Recycling and Surplus Department (2015a) |
| Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da UNICAMP | Brasil    | Implementação do plano de gerenciamento de resíduos sólidos.   | Fagnani e Guimarães (2017)   |
| Universidade de São Paulo (USP)                                   | Brasil    | USP Recicla: ações educativas, informativas e de gestão integrada dos RS.  | USP (2017)   |

Fonte: Dos autores.

Nessa perspectiva, um exemplo que teve sucesso foi o que ocorreu na UFLA com a implantação da campanha “UFLA Recicla”, que substituiu os copos descartáveis entregues no restaurante da IES por canecas reutilizáveis (UFLA, 2011). Além disso, a distribuição de *ecobags* para os ingressantes na instituição é também uma iniciativa de auxílio à melhor gestão dos RS.

Como mencionado, o CC da UFLA é localizado em uma área central do *campus*, na qual estão instalados, dentre outros, restaurantes, cantinas, copiadora, salão de beleza, livraria, cafeteria e espaço para apresentações culturais e interação entre docentes, discentes e técnicos. Assim, devido à diversidade de atividades no CC, a implementação de contêineres adequados para o acondicionamento segregado dos resíduos recicláveis, orgânicos e rejeitos tende a promover à instituição uma melhoria organizacional, adequação à exigência legal de hierarquia na gestão de resíduos (reciclagem em prioridade ao aterramento) e reflete em geração de renda para os 34 funcionários diretos da ACAMAR.

O adequado gerenciamento de resíduos sólidos na UFLA é mais um diferencial na gestão sustentável da universidade. Estudos dessa temática na universidade são imprescindíveis para que o plano ambiental acompanhe o crescimento e desenvolvimento do *campus*, buscando soluções estratégicas e sustentáveis para a questão dos resíduos sólidos.

## Referências

AGUIAR, C. Centro de Convivência e Livraria são inaugurados – Confira galeria de fotos. UFLA, 2016. Disponível em: < <http://www.ufla.br/dcom/2016/09/12/centro-de-convivencia-e-livraria-ufla-sao-inaugurados-confira-galeria-de-fotos/nggallery/page/4>>. Acesso em: 15 ago. 2020.

AGUIAR, C. UFLA troca copos descartáveis por canecas: lançamento da campanha nesta sexta-feira (19). UFLA, 2011. Disponível em: < <http://www.ufla.br/dcom/2011/08/19/ufla-troca-copos-descartaveis-por-canecas-lancamento-da-campanha-nesta-sexta-feira-19/>>. Acesso em: 30 out. 2018.

BARROS, R. T. de V. et al. Elementos de gestão de resíduos sólidos. **Belo Horizonte: Tessitura**, v. 1, 2012.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 2010.

CAMPOS, H. K. T. Renda e evolução da geração *per capita* de resíduos sólidos no Brasil. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 17, n. 2, p. 171-180, 2012.

CARVALHO, F. C. Análise da coleta seletiva em um *campus* universitário: a percepção ambiental dos discentes na Universidade Federal de Lavras [dissertação]. **Lavras-MG: Universidade Federal de Lavras**, 2015.

DA SILVA, Elisângela Maria et al. Estimativa da geração e composição gravimétrica dos resíduos sólidos da Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, Paraíba. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 13, n. 1, p. 66-73, 2018.

DCOM. Horário de Funcionamento do Centro de Conveniência no *campus* da UFLA durante as férias letivas. UFLA, 2018. Disponível em: < <https://ufla.br/noticias/institucional/12551-horarios-de-funcionamento-do-centro-de-convivencia-no-campus-da-ufla-durante-as-ferias-letivas>>. Acesso em: 15 ago. 2020.

DE VEGA, C. A.; BENÍTEZ, S. O.; BARRETO, M. E. R. Solid waste characterization and recycling potential for a university *campus*. **Waste management**, v. 28, p. S21-S26, 2008.

DOS SANTOS GARCIA, M. B. et al. Resíduos sólidos: responsabilidade compartilhada. **Semioses**, v. 9, n. 2, p. 77-91, 2016.

e-SIC. **Sistema Eletrônico do Serviço de Informação ao Cidadão**. Disponível em: <<https://esic.cgu.gov.br/sistema/site/index.aspx>>. Acesso em: 7 nov. 2018.

FAGNANI, E.; GUIMARÃES, J. R. Waste management plan for higher education institutions in developing countries: The Continuous Improvement Cycle model. **Journal of Cleaner Production**, v. 147, p. 108-118, 2017.

FILHO, S. T. et al. **Um Estudo sobre a Composição Gravimétrica dos Resíduos Sólidos do IFRJ Campus Duque de Caxias, RJ**; 2014.

HANG, N. et al. Greening academia: Developing sustainable waste management at Higher Education Institutions. **Waste management**, v. 31, n. 7, p. 1606-1616, 2011.

IFEGBESAN, A. P.; OGUNYEMI, B.; RAMPEDI, I. T. Students' attitudes to solid waste management in a Nigerian university. **International Journal of Sustainability in Higher Education**, 2017.

JULIATTO, D. L.; CALVO, M. J.; CARDOSO, T. E. Gestão integrada de resíduos sólidos para instituições públicas de ensino superior. **Revista Gestão Universitária na América Latina-GUAL**, v. 4, n. 3, p. 170-193, 2011.

MANNARINO, C. F.; FERREIRA, J. A.; GANDOLLA, M. Contribuições para a evolução do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos no Brasil com base na experiência Europeia. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 21, n. 2, p. 379-385, 2016.

PERUCHIN, B. et al. Gestão de resíduos sólidos em restaurante escola. **Tecno-Lógica**, v. 17, n. 1, p. 13-23, 2013.

PUJARA, Y. et al. Review on Indian Municipal Solid Waste Management practices for reduction of environmental impacts to achieve sustainable development goals. **Journal of environmental management**, v. 248, p. 109238, 2019. SIGRH.

**Sistema Integrado de Gestão de Recursos Humanos**. Disponível em: <<https://sigrh.ufla.br/sigrh/public/home.jsf>>. Acesso em: 20 nov. 2018.

TEODÓSIO, A. S. S.; DIAS, S. F. L. G.; SANTOS, M. C. L. dos. Procrastinação da política nacional de resíduos sólidos: catadores, governos e empresas na governança urbana. **Ciência e Cultura**, v. 68, n. 4, p. 30-33, 2016.

VELAZQUEZ, L.; MUNGUÍA, N.; SANCHEZ, M. Deterring sustainability in higher education institutions. **International Journal of Sustainability in Higher Education**, 2005.

# Capítulo 14

## Lodo de esgoto como substituto parcial do agregado miúdo em concreto

Júlia Fonseca Colombo Andrade

André Geraldo Cornélio Ribeiro

Matheus de Sá Farias

Maykmiller Carvalho Rodrigues





### Júlia Fonseca Colombo Andrade

Possui graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Universidade Federal de Lavras (2018), mestranda em Recursos Hídricos pela mesma instituição, na qual desenvolve estudos na área de aplicação de água residuária no solo. Tem experiência na área de Engenharia Ambiental, com ênfase em Gestão de Resíduos Sólidos atuando principalmente nos seguintes temas: resíduos industriais, resíduos de construção e demolição e incorporação de resíduos em materiais de construção.



### André Geraldo Cornelio Ribeiro

Engenheiro Civil formado pela Universidade Federal de Viçosa. Possui Mestrado e Doutorado na área de Geotecnia pela Universidade Federal de Viçosa. Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em Engenharia Geotécnica, atuando principalmente nas seguintes áreas: Investigação Geológico-geotécnica, Gestão de Resíduos Sólidos, Sistemas de Coberturas Evapotranspirativas e Projeto de Aterro Sanitário. Foi professor e Coordenador do Curso de Graduação em Engenharia Civil no Instituto Tecnológico de Caratinga - ITC, da rede de ensino DOCTUM no ano de 2011. Atualmente é Professor Associado no Departamento de Recursos Hídricos e Saneamento da Universidade Federal de Lavras, onde atua nos cursos de graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária, Engenharia Civil e Engenharia Agrícola. É Coordenador do Curso de Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária, professor e orientador no Programa de Pós-Graduação em Tecnologias e Inovações Ambientais - PPGTIA e no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental.



Matheus de Sá Farias

Graduou-se em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Universidade Federal de Lavras (UFLA), em 2018, apresentando o Trabalho de Conclusão de Curso "Potencial Agrícola do lodo gerado nos reatores UASB da Estação de Tratamento de Esgoto da UFLA". Atualmente é mestrando do Programa de Pós-Graduação Recursos Hídricos (PPGRH/UFLA), no departamento de Recursos Hídricos e Saneamento (DRS), na linha de pesquisa em Saneamento Ambiental. Tem realizado estudos de sorção de poluentes utilizando carvão ativado e biocarvão gerados a partir de resíduos. Foi bolsista de Iniciação Científica no Núcleo de Engenharia Ambiental e Sanitária da UFLA por mais de três anos, realizando estudos nas áreas de Qualidade Ambiental, Saneamento Ambiental, Hidrologia e análise de séries temporais/espaciais. Foi bolsista do programa de Aprendizado Técnico, atuando junto à Diretoria de Meio Ambiente no monitoramento das Estações de Tratamento de Água e de Esgoto da UFLA.



Maykmiller Carvalho Rodrigues

Doutor em Engenharia Agrícola, área de concentração em Construções e Ambiência pela Universidade Federal de Lavras (2015/2018) com período de treinamento de pesquisa no Texas Tech University, onde atuou como pesquisador visitante. Mestre em Engenharia Agrícola, área de concentração em Construções e Ambiência pela Universidade Federal de Lavras (2014/2015 - Bolsista CNPQ), pós graduado em Gestão de Projetos pelo Centro Universitário do Sul de Minas (2012/2013) e Graduado em Engenharia Mecânica pelo Centro Universitário do Sul de Minas (2005/2009). Atualmente é Professor Assistente A na Universidade Federal de Lavras - UFLA, Coordenador adjunto do curso de Engenharia Civil e atua como Inspetor Modal Mecânica (Voluntário) - CREA-MG (2015/2017). Atua com pesquisa na área de construções e estruturas, onde trabalha no desenvolvimento de instrumentação e técnicas de ensaio não destrutivo para o monitoramento das estruturas e no desenvolvimento de novos materiais de construção. É engenheiro calculista de estruturas metálicas. Tem experiência em Engenharia Mecânica e Engenharia Civil nas áreas de Estruturas Metálicas e Mecânica das Estruturas.

## Introdução

O lodo de esgoto é o resíduo final resultante da remoção de sólidos durante o tratamento de águas residuárias. Dois tipos principais de lodo de esgoto são gerados: lodo primário resultante da captura de sólidos suspensos e orgânicos por sedimentação gravitacional, e o lodo secundário produzido com microrganismos que degradam matéria orgânica. A composição, propriedades físicas, consistência e parâmetros como toxicidade ou estabilidade de poluentes, além da quantidade gerada de lodo dependem da origem da água residuária e do processo de tratamento (CIESLIK, NAMIESNIK e KONIECZKA, 2015).

As principais destinações do lodo são incineração, aterro sanitário e aplicação no solo com fins agrícolas (BITTENCOURT, AISSE, SERRAT, 2017; MININNI et al., 2019). A aplicação de lodo de esgoto no solo pode ser responsável pela maior parte dos requisitos de nitrogênio e fósforo para muitas culturas e melhorar as propriedades físicas e químicas do solo, todavia, poluentes do esgoto podem limitar seu uso agrícola (UBIERNA et al., 2012; SHAHBAZI et al., 2017; LAMASTRA, SUCIU e TREVISAN, 2018).

A incineração do lodo de esgoto tem por objetivo o tratamento deste resíduo e pode ser utilizada para recuperação de energia, todavia, durante a incineração de lodo de esgoto, materiais particulados, óxidos de nitrogênio ( $\text{NO}_x$ ), monóxido de carbono (CO), dióxido de enxofre, metais pesados volatilizados e poluentes secundários, podem ser emitidos (ZHANG et al., 2013, XIAO et al., 2015, KASINA, KOWALSKI, MICHALIK, 2016), além da geração de cinzas que precisam ser destinadas de maneira ambientalmente adequada.

Diversos estudos foram realizados para investigar a aplicação de lodo de esgoto na construção civil, como agregados leves, incorporação em produtos cerâmicos, uso em misturas asfálticas, como base de pavimentos rodoviários e como substituto de agregados na fabricação de concreto (ZHANG et al., 2012; CIESLIK, NAMIESNIK e KONIECZKA, 2015; LUCENA et al., 2016; HAMOOD e KHATIB, 2016; FRANUS et al., 2016; AMIN et al., 2017).

A aplicação de lodo de esgoto em produtos da construção civil é uma opção promissora, pois evita a poluição secundária e converte o lodo em material útil (QUINA et al., 2014). Além disso, a fabricação de materiais de construção com lodo de esgoto pode gerar economia, eliminando processos de tratamento destes resíduos, redução do consumo de energia e benefícios ambientais com uma destinação final mais ambientalmente adequada (HAMOOD, KHATIB, 2016). Dentro deste contexto, o objetivo geral deste trabalho foi avaliar a influência da adição de diferentes teores de lodo de estação de tratamento de esgoto, proveniente do tratamento secundário, em substituição parcial de agregado miúdo nas propriedades no estado endurecido do concreto convencional.

## Materiais e Método

O lodo utilizado nesse trabalho foi proveniente de um reator anaeróbio de manta de lodo de fluxo ascendente (UASB), coletado na estação de tratamento de esgoto da Universidade Federal de Lavras (UFLA) em Lavras-MG no dia 8 de março de 2018. Após a coleta, o lodo foi seco ao ar e peneirado em uma peneira ABNT nº 4, de forma a garantir a ele uma granulometria com partículas menores que 4,8 mm. A caracterização físico-química das amostras de lodo foi realizada por meio de determinação dos parâmetros temperatura, pH, demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e sólidos totais (ST) (APHA, AWWA, WEF, 2005), granulometria (ABNT, 1984) e massa específica aparente (ABNT, 1991).

Determinaram-se as composições químicas do lodo expressas em termos de óxidos, pelo método de fluorescência de raio-X, utilizando equipamento da marca Bruker, modelo S1 LE Titan. O software utilizado foi o GeoChem, na configuração Trace, por 60 segundos, incluindo dois feixes de raios-X. As amostras foram submetidas à análise em triplicata por pXRF e a precisão do equipamento foi avaliada por meio da verificação de materiais de referência padrão 2710a e 2711a, certificados pelo Instituto Nacional de Padrões e Tecnologia (NIST), bem como a verificação de uma amostra padrão do equipamento (*check sample* - CS). A partir das amostras certificadas pelo NIST e CS, a recuperação do conteúdo do elemento obtido pelo pXRF (% de recuperação =  $100 \times \text{Conteúdo obtido} / \text{Conteúdo certificado total}$ ) foi calculada, e os resultados estão na Tabela 1.

Tabela 1. Porcentagem de recuperação de conteúdo de elementos por espectrômetro de fluorescência de raio-X portátil (pXRF) do Instituto Nacional de Padrões e Tecnologia (NIST) e amostras certificadas pelo equipamento pXRF (CS).

| Amostra | Al     | Si    | K     | Ca    | Ti    | Mn    | Fe     |
|---------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 2710a   | 82,72  | 59,31 | 57,17 | 34,22 | 78,07 | 69,86 | 76,13  |
| 2711a   | 67,67  | 49,90 | 44,37 | 41,48 | 70,06 | 61,48 | 68,81  |
| CS      | 103,04 | 98,20 | 96,60 | -     | -     | 121,4 | 141,85 |

Fonte: Dos autores

As análises termogravimétrica e térmica diferencial foram realizadas no lodo utilizando-se o aparelho TGA-60 da SHIMADZU sob atmosfera de gás nitrogênio, a uma vazão constante de 30 ml.min<sup>-1</sup>, utilizando-se 7 mg de amostra. As análises foram realizadas a partir da temperatura ambiente, em torno de 25°C, até a temperatura máxima de 600°C, com taxa de aquecimento de 10°C/minuto.

O cimento utilizado foi o CPIV32 RS, o agregado miúdo utilizado foi de origem natural e brita 1 de origem granítica. Os agregados foram caracterizados em relação ao módulo de finura e diâmetro máximo, segundo a NBR NM 248 (ABNT, 2003), para a determinação da massa específica aparente e massa unitária dos agregados miúdos utilizou-se a NBR NM 52 (ABNT, 2003a) e para os agregados graúdos a NBR NM 53 (ABNT, 2003b).

A dosagem dos materiais seguiu recomendações da Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), obtendo um traço de 1:1,47:2,97:0,56 (cimento, agregado



miúdo, agregado graúdo, água/cimento) para uma resistência a compressão de 20MPa, a consistência pelo abatimento do tronco de cone foi determinado segundo a NBR NM 67 (ABNT, 1998).

O agregado miúdo foi substituído em 5, 7,5 e 10% por lodo de ETE, sendo confeccionados corpos de prova em triplicata para cada tratamento, além de corpos de prova sem a incorporação do lodo. Os corpos de prova foram confeccionados em moldes de PVC cilíndricos (100 x 200) mm conforme procedimentos da NBR 5738 (ABNT, 2003). Para caracterização do concreto no estado endurecido foram realizados ensaios de resistência à compressão aos 7 e 28 dias, conforme procedimentos descritos na NBR 5739 (ABNT, 2007).

Os dados do experimento foram avaliados, considerando o delineamento inteiramente casualizado, os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância empregando o programa de análise estatística SISVAR, versão 5.3 (FERREIRA, 2011) e para diferenciação dos tratamentos, foi aplicado teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

## Resultados e Discussão

### Caracterização dos materiais

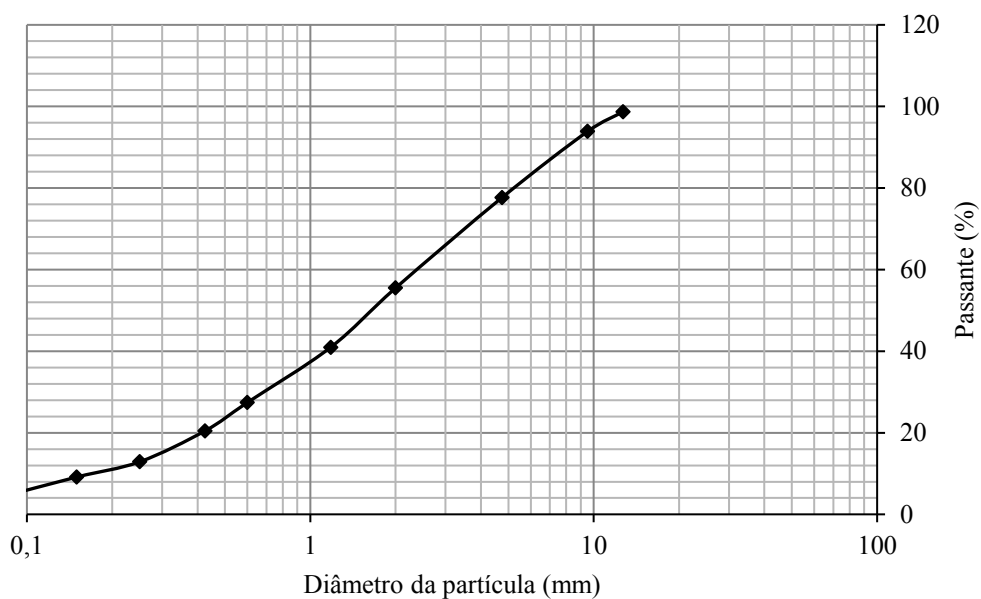
As caracterizações dos agregados miúdo e graúdo utilizados são apresentadas na Tabela 2 e a curva granulometria do lodo antes de ser peneirado é apresentada na Figura 1.

Tabela 2. Caracterização dos materiais utilizados na confecção do concreto.

| Propriedades do material               | Agregado graúdo | Agregado miúdo |
|--|-----------------|----------------|
| Dimensão máxima (mm)                   | 12,70           | 2,36           |
| Massa específica (g cm <sup>-3</sup> ) | 2,70            | 2,48           |
| Massa unitária (g cm <sup>-3</sup> )   | 1,67            | 1,35           |
| Módulo de finura                       | 4,45            | 3,08           |

Fonte: Dos autores

Figura 1. Curva granulométrica do lodo



Fonte: Dos autores

O lodo mesmo após passar na peneira de 4,8 mm possui uma dimensão máxima superior a da areia utilizada como agregado miúdo, além disso, a areia é um material inerte, constituído primordialmente por sílica, o lodo de esgoto possui 31,79 % de sílica, como representado na Tabela 3, todavia sua composição é variada. Analisando a composição química do lodo observa-se uma elevada concentração de BaO (9,61 %) , na qual são necessárias investigações futuras para avaliar sua procedência. O único metal pesado encontrado na caracterização do lodo é o zinco (1,34 %).

Tabela 3. Composição química do lodo de esgoto

| Componentes                    | Lodo  |
|--------------------------------|-------|
| SiO <sub>2</sub>               | 31,79 |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 10,47 |
| CaO                            | 14,5  |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 12,43 |
| BaO                            | 9,61  |
| SO <sub>3</sub>                | 9,19  |
| K <sub>2</sub> O               | 3,22  |
| Mg O                           | 1,39  |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 5,04  |
| ZnO                            | 1,34  |
| Outros                         | 1,02  |

Fonte: Dos autores

A Resolução Conama 375 de 2006 especifica critérios para o uso agrícola do lodo, dentre eles a concentração de substâncias tóxicas, o zinco, por exemplo, pode estar presente até 2800 mg Kg<sup>-1</sup>, lodos com concentrações superiores a máxima permitida para uso agrícola, mas que ainda sejam classificados como resíduos não perigosos (ABNT, 2004) podem ser utilizados em materiais de construção civil e ter uma destinação mais adequada que a incineração e aterro.

O lodo apresenta uma quantidade apreciável de nitrogênio e um pH ácido (3,6), como apresentado na Tabela 4. O pH muito ácido, abaixo de 4,5, pode resultar em dissolução de elementos como ferro, alumínio e manganês, podendo tornar a proporção destes elementos no solo tóxico.

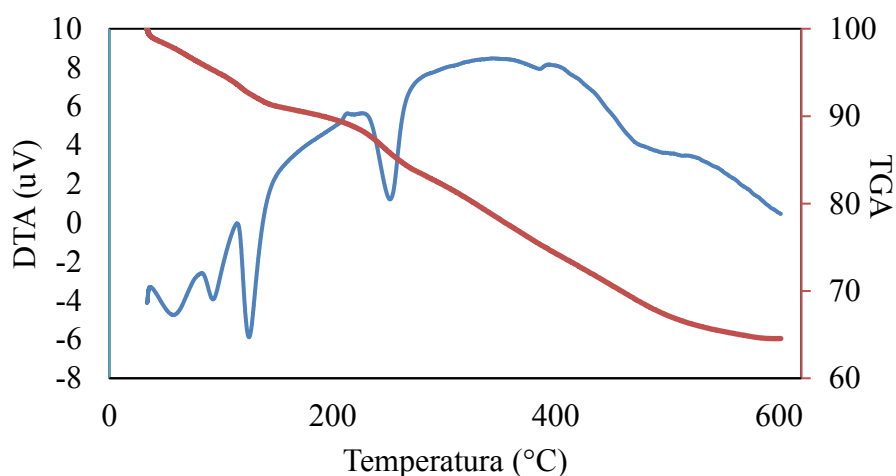
Tabela 4. Caracterização físico-química do lodo e o respectivo desvio padrão.

| Variáveis                 | Lodo após 49 dias de secagem |
|---------------------------|------------------------------|
| Umidade (%)               | 54,4 ± 1,39                  |
| pH                        | 3,6 ± 0,01                   |
| CE (dS m <sup>-1</sup> )  | 8,46±0,021                   |
| COT (%)                   | 4,92 ± 0,07                  |
| MO (g kg <sup>-1</sup> )  | 8,48 ± 0,12                  |
| P (g kg <sup>-1</sup> )   | 6,10 ±0,09                   |
| NTK (g kg <sup>-1</sup> ) | 11,72 ±0,32                  |
| ST (g kg <sup>-1</sup> )  | 470,3 ± 8,5                  |
| STF (g kg <sup>-1</sup> ) | 179,5 ± 3,9                  |
| STV (g kg <sup>-1</sup> ) | 290,8 ± 5,8                  |

Fonte: Farias (2018)

Nos resultados da análise termogravimétrica apresentados na Figura 2, observa-se que em 124°C ocorre um pico endotérmico, devido a reações de desidratação. Nas temperaturas acima percebe-se eventos exotérmicos, com o pico exotérmico ocorrendo à 344 °C. As perdas de massa ocorridas a temperaturas inferiores a 600°C são atribuídas à degradação térmica da matéria orgânica (BIAGINI et al, 2002), próximo de 300°C a degradação de proteínas e grupos carboxilas produz reações exotérmicas significativas (FRANCIOSO et al, 2010). A perda de massa é de aproximadamente 35% a 600°C, valor próximo aos encontrados por MAGDZIARZ, WILKE (2013) e CHEN,WANG, KANHAR (2017).

Figura 2. Análise térmica diferencial e termogravimétrica das amostras do lodo.



Fonte: Dos autores

### **Resistência à compressão**

Na Tabela 5 são apresentados os resultados da resistência axial, nos corpos-de-prova sem adição de lodo (0%) e com adição de 5%, 7,5 % e 10% em função da idade do concreto em 7 e 28 dias .

Tabela 5. Resistência à compressão do concreto em tempos de cura de 7 e 28 dias

| Tratamento | Resistência à compressão 7 dias | Resistência à compressão 28 dias |
|------------|---------------------------------|----------------------------------|
| T0         | 21,21 a                         | 25,03 a                          |
| T1         | 21,04 a                         | 29,73 a                          |
| T2         | 11,67 b                         | 13,46 b                          |
| T3         | 8,81 b                          | 17,15 b                          |

Fonte: Dos autores

Analisando a Tabela 5 pode-se perceber que os tratamentos T0 e T1, não tiveram uma diferença significativa e obtiveram uma resistência à compressão superior a 20 MPa com 7 dias. Marangoni et al. (2018) também não encontraram diferença significativa em concreto com 5% de lodo de ETE e sem o lodo. Tafarel et al. (2016) substituíram o agregado miúdo por lodo de estação de tratamento de água na confecção de concreto e também obtiveram resultados satisfatórios com até 5%. A diferença da resistência observada entre as amostras nos 7º e 28º dias foi significativa apenas com a incorporação de 10% de lodo, nos demais tratamentos não houve um expressivo ganho de resistência ao longo do tempo.

Rabie, El-Halim e Rozak (2019) obtiveram uma resistência à compressão acima de 20MPa em concretos com até 15% do cimento substituído por lodo de esgoto e com 28 dias de cura. Todavia observaram uma queda na resistência à compressão com o aumento da porcentagem de lodo. O valor de 15% encontrado para a porcentagem de

substituição por lodo se deve ao fato da massa de cimento utilizada no concreto ser inferior ao do agregado miúdo, no presente trabalho, por exemplo, a relação cimento agregado miúdo é 1: 1,47.

Lima e Iwakiri (2014) substituíram o agregado fino por resíduo de Pinus com diâmetro máximo de 4,8 mm e obtiveram um ganho de resistência no concreto com a utilização de  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  como aditivo acelerador de pega e aplicação de pré-tratamentos, estudos ainda não foram desenvolvidos buscando aumentar a resistência de concreto com lodo.

## Conclusão

A substituição de até 5% do agregado miúdo por lodo de esgoto em concretos pode ser considerada uma forma adequada de destinação do lodo gerado em estações de tratamento de efluente municipais. O teor de substituição de 5%, apresentou valores de propriedades mecânicas e de durabilidade melhores que os outros teores, estando dentro do permitido em todos os ensaios.

Pode-se concluir que a utilização do lodo em substituição parcial de 5% do agregado miúdo é viável para concretos com funções não estruturais como, por exemplo, a confecção de blocos de concreto não estrutural, placas de vedação, peças decorativas, contrapisos e pisos (ambientes internos: salas, dormitórios, banheiros, cozinhas ou ambientes com concreto revestido com argamassa e pintura, segundo a NBR 6118/2014) e para finalidades estruturais na zona rural, que necessite de uma resistência até 20 MPa. Para finalidades estruturais de maior resistência, estudos devem ser feitos a fim de assegurar a utilização desse tipo de material.

## Referências

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION; AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION; WATER ENVIRONMENT FEDERATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21. ed. Washington, 2005.

AMIN, Sh.K; ABDEL HAMID, E.M.; EL-SHERBINY, S.A.; SIBAK, H.A.; ABADIR, M.F.. The use of sewage sludge in the production of ceramic floor tiles. HBRC Journal, *v. 14, n. 3*, p. 309-315, 2018,

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 52**: Agregado miúdo - Determinação da massa específica e massa específica aparente. Rio de Janeiro, 2003a. 13p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 53**: Agregado graúdo – Determinação da massa específica, massa específica aparente e absorção de água. Rio de Janeiro, 2003b. 13p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 45** :Agregados - Determinação da massa unitária e do volume de vazios. Rio de Janeiro. 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 46** : Agregados - Determinação do material fino que passa através da peneira 75 um, por lavagem. Rio de Janeiro. 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 248** : Agregados - Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro. 2003.

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 67**: Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. Rio de Janeiro.1998.8p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5738** : Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. Rio de Janeiro. 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5739** :Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro. 2007.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004: Resíduos sólidos classificação**. Rio de Janeiro. 2004
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12076**: Carvão ativado pulverizado - Determinação da massa específica aparente - Método de ensaio. Rio de Janeiro. 1991.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7181**: Solo: Análise Granulométrica. Rio de Janeiro, 1984.
- BIAGINI, E.; LIPPI, F.; PETARCA, L.; TOGNOTTI, L. Devolatilization rate of biomass and coal-biomass blends: an experimental investigation. *Fuel*. v. 81, n. 8, p. 1041-1050, 2002
- BITTENCOURT, S.; AISSE, M.M.; SERRAT, B.M. Gestão do uso agrícola do lodo de esgoto: estudo de caso do estado do Paraná, Brasil. **Eng Sanit Ambient**, v.22, n.6, 2017
- BRASIL. CONAMA. Resolução n. 375, de 29 de agosto de 2006. Define critérios e procedimentos para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências. **Diário Oficial da União: República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 30 ago. 2006.
- CIESLIK,B.M.; NAMIESNIK, J e KONIECZKA, P. Review of sewage sludge management: standards, regulations and analytical methods. **Journal of Cleaner Production**, v.90, p.1–15, 2015.
- CHEN, W., WANG, F., KANHAR, A. Sludge Acts as a Catalyst for Coal during the Co-Combustion Process Investigated by Thermogravimetric Analysis. **Energies**, v. 10, n.12, p. 1993-2004, 2017.
- FARIAS , M.S. *Potencial Agrícola do lodo gerado nos reatores UASB da Estação de Tratamento de Esgoto da UFLA*. 2018. 45 f. Monografia para conclusão do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária-Universidade Federal de Lavras-, Lavras, 2018
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n.6, p.1039-1042, 2011.
- FRANCIOSO, O.; RODRIGUESZ-ESTRADA, M. T. MONTECCHIO, D.; SALOMONI, C.; CAPUTO, A.; PALENZONA, D. Chemical characterization of municipal wastewater sludges produced by two-phase anaerobic digestion for biogas production. **J Hazard Mater**, v. 175, n. 1-3, p. 740-746, 2010.
- FRANUS, M. ;BARNAT-HUNEK , D. ; WDOWN, M. Utilization of sewage sludge in the manufacture of lightweight aggregate. *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 188, n.1, p.9-13, 2016.
- HAMOOD, A. ; KHATIB, J.M. **Sustainability of sewage sludge in construction**. 2 ed. Wolverhampton, Sustainability of Construction Materials, 2016, 625p.
- KASINA, K.; KOWALSKI, P.R.; MICHALIK, M. Metals Accumulation During Thermal Processing of Sewage Sludge - Characterization of Fly Ash and Air Pollution Control (APC) Residues. **Energy Procedia** , v. 97, p.23 – 30, 2016

LAMASTRA, L.; SUCIU, N.A.; TREVISAN, M. Sewage sludge for sustainable agriculture: contaminants' contents and potential use as fertilizer. **Chemical and Biological Technologies in Agriculture**, v.5, n.10, p. 1-6, 2018

LIMA, A. J. M.; IWAKIRI, Utilização de resíduos da madeira de *pinus* spp. como substituição ao agregado miúdo na produção de blocos de concreto para alvenaria estrutural, **Ciência Florestal**, v. 24, n. 1, p. 223-235

LUCENA, L.C.de F. L; JUCA, J.F.T.;SOARES, J.B.; MARINHO FILHO, P.G.T.. Use of wastewater sludge for base and subbase of road pavements. **Transportation Research Part D** , v.33 , p.210–219, 2014.

MARANGONI, B ; ZALESKI, A. ; VANZETTO, S.C. Avaliação da incorporação de lodo de ETE como substituição ao agregado miúdo na matriz de concreto. **Perspectiva**, v. 42, n.158, p. 21-30, 2018

MININNI, G.; MAURO, E.; PICCIOLO, B.; COLARULLO,G.; BRANDOLINI, F.; GIACOMELLI, P. Production and characteristics of sewage sludge in Italy. **Water Science & Technology**, v.79, n.4, 2019

QUINA, M. J., ALMEIDA, M. A., SANTOS, R; BORDADO, J.M.; QUINTA-FERREIRA, R.M. Compatibility analysis of municipal solid waste incineration residues and clay for producing lightweight aggregates, **Applied Clay Science**, v. 102, p. 71–80, 2014

RABIE,G.M.; EL-HALIM,H.A.; ROZAIK, E.H. Influence of using dry and wet wastewater sludge in concrete mix on its physical and mechanical properties. *Ain Shams Engineering Journal* , v. 10, n.4., p.705-712,2019.

SHAHBAZI F, GHASEMI S, SODAEZADEH H, AYASEH K, ZAMANI-AHMADMAHMOODI R. The effect of sewage sludge on heavy metal concentrations in wheat plant (*Triticum aestivum* L.). *Environ Sci Pollut Res Int.*, v.24, n.18, p.15634-15644, 2017

TAFAREL, N. F.; MACIOSKI, G. CARVALHO, K. Q., NAGALLI, A. ; FREITAS, D. C. PASSIG, F.H. Avaliação das propriedades do concreto devido à incorporação de lodo de estação de tratamento de água. **Revista Matéria**, 11759, p.974-986, 2016

UBIERNA, S. G.; MARDOMINGO I. J; GONZÁLEZ ,B. C.; CRUZ, M.T DE LA, CASERMEIRO, M.. Soil organic matter evolution after the application of high doses of organic amendments in a Mediterranean calcareous soil. **J Soils Sediments**, v.12, n.8, p. 1257–1268, 2012

ZHANG, G; HAI, J. ; REN, M.Z. ; ZHANG, S.K.; CHENG, J. ; YANG, Z.R. Emission, mass balance, and distribution characteristics of PCDD/Fs and heavy metals during cocombustion of sewage sludge and coal in power plants, **Environ. Sci. Technol.** v.47 , p.2123–2130, 2013

XIAO, Z.; YUAN, X. ; JIANG, L.; CHEN ,X.; LI, H.; ZENG ,G.; LENG,L.; WANG, H.; HUANG, H. Energy recovery and secondary pollutant emission from the combustion of co-pelletized fuel from municipal sewage sludge and wood sawdust. **Energy**, v. 91, p.441-450, 2015.



## Capítulo 15

# **Compostagem – alternativa para resíduos sólidos orgânicos nas Instituições Federais de Ensino Superior- estudo de caso em campi de Belo Horizonte-MG**

*Valéria Cristina Palmeira Zago*

*Raphael Tobias Vasconcelos de Barros*





**Valéria Cristina Palmeira Zago**

Engenheira Agrônoma, com mestrado e doutorado em Agronomia (Ciências do Solo), pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro e pós-doutorado pela Universidade Federal de Minas Gerais, pelo Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos. É professora do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais. Tem experiência na área de Ciências do Solo, com ênfase em Recuperação de Áreas Degradadas e Fitorremediação, Aproveitamento de Resíduos, Compostagem, Microbiologia do Solo.



**Raphael Tobias de Vasconcelos Barros**

Engenheiro Civil, com mestrado em Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo e doutorado pelo Institut National des Sciences Appliquées (INSA) de Lyon (França). É professor da Universidade Federal de Minas Gerais. Tem experiência na área de Administração, com ênfase em Política e Planejamento Governamentais, atuando principalmente nos seguintes temas: desenvolvimento sustentável, gestão de resíduos sólidos, capacitação institucional e profissional, produção de material didático, parceria universidade-comunidade e tecnologias apropriadas.

## Introdução

O crescimento e a longevidade da população aliados à intensa urbanização e à expansão do consumo têm produzido exponenciais quantidades de resíduos, tornando-se um dos maiores desafios para a sociedade moderna. No entanto, recentemente, o conceito de economia circular tem destacado o grande potencial econômico e social associado à reinserção dos resíduos sólidos (RS) nas cadeias produtivas e, conseqüentemente, de minimização do impacto ambiental a eles atrelados.

No Brasil, apesar da constituição dos resíduos sólidos urbanos ser muito heterogênea, as análises da sua composição gravimétrica revelam que a fração composta pelos materiais orgânicos (restos de alimentos, podas e outros putrescíveis) é, em média, mais de 50% do total de resíduos coletados pelos serviços de limpeza pública (BRASIL, 2017).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei Federal nº 12.305/2010, (BRASIL, 2010) não define o que são “resíduos orgânicos”, porém preconiza a valorização da sua fração orgânica, da mesma forma como daqueles materiais já reconhecidamente aceitos no mercado (plásticos, metais, papéis e vidros, etc).

Os benefícios ecológicos da recuperação responsável dos resíduos são notórios, porém as taxas de desvios dos RS municipais, de sua disposição em aterros sanitários, representam muito pouco diante do potencial da participação ativa na reciclagem de produtos/materiais (EPA, 2018). As tecnologias para os resíduos orgânicos, tais como a compostagem, a digestão anaeróbica e o aproveitamento energético, estão relacionadas dentre as atividades de destinação final ambientalmente adequada, pela PNRS.

A compostagem é o conjunto de técnicas aplicadas para controlar a decomposição aeróbica de materiais orgânicos, com a finalidade de obter, no menor tempo possível, um material orgânico mais estável, rico em húmus e nutrientes minerais, com atributos físicos, químicos e biológicos superiores àqueles encontrados nas matérias primas, e que serve de adubo e condicionador do solo (BORTOLOTTI *et al.*, 2018).

Na gestão de RS, a compostagem caracteriza-se como uma tecnologia de reciclagem dos resíduos orgânicos. Ademais, é considerada a forma mais viável econômica e ambientalmente em relação às demais alternativas de desvio desses resíduos (incineração e biometanização) (ALELUIA & FERRÃO, 2017), além de ser mais simples e de fácil operação (KIEHL, 2004).

A ampla adoção da compostagem tem o potencial de desviar dos aterros e lixões, aproximadamente, metade da produção média de RS domésticos de uma cidade (a maior parte desses resíduos é constituída de alimentos desperdiçados). Assim, essa tecnologia pode ajudar significativamente o gerenciamento de resíduos, além de promover esforços globais em prol da sustentabilidade (EPA, 2018). Por sua vez, a compostagem também representa importante opção para dar destino aos RS orgânicos de grandes geradores, como restaurantes, hotéis, indústrias, supermercados, universidades e escolas, dentre outros (MELLO-PEIXOTO *et al.*, 2014).

Em relação especificamente às universidades, é importante destacar que estas têm uma significativa geração de resíduos, comparável a alguns municípios brasileiros. Ainda assim, tem-se nesses espaços a oportunidade de implementação de estratégias modelos e exemplos de melhores práticas direcionadas à sustentabilidade (RICHARDSON & KACHLER, 2017). Segundo Arana & Bizarro (2018), os problemas relacionados à gestão

de resíduos sólidos em universidades são complexos e exigem soluções sistêmicas, pautadas principalmente pela prevenção, objetivando a redução da geração dos resíduos, e isso se dá por meio de práticas contínuas e integradas de educação ambiental.

O programa das Nações Unidas “Década da Educação para o Desenvolvimento Sustentável”, salienta a necessidade de se desenvolver a capacidade construtiva do desenvolvimento sustentável na educação (SHIEL *et al.*, 2016). E, neste sentido, Bringhenti *et al.* (2018) enfatizam que as universidades, dentro de suas obrigações como instituições formadoras e capacitadoras, devem ter um papel pioneiro no estudo e implementação de projetos envolvendo compostagem, como uma modalidade de ensino-aprendizagem e de gestão de resíduos.

No Brasil, já existem algumas iniciativas de compostagem utilizada como tecnologia de reciclagem de resíduos orgânicos em universidades, como por exemplo, a Universidade Federal de Santa Maria (PICOLLO *et al.*, 2018); Universidade Federal da Grande Dourados (VILELA & PIESANTI, 2015); UFSC (TRIVELLA *et al.*, 2016), porém, ainda em caráter experimental.

Esse capítulo apresenta dois outros exemplos da adoção da compostagem “in loco”, como tecnologia estratégica para a gestão de resíduos orgânicos gerados em instituições de ensino superior, destacando o processo de implantação, métodos testados e validados, além dos desafios encontrados, apresentando os estudos de caso do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG) e da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), em seus *campi* de Belo Horizonte (MG).

## **Compostagem no Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG)**

Desde de 2015, por iniciativa de uma docente do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, a tecnologia da compostagem tem sido abordada em projetos de ensino, pesquisa e extensão no CEFET-MG. Em dezembro de 2018, a partir das contribuições dos trabalhos acadêmicos desenvolvidos, essa tecnologia passou a ser adotada em um dos *campi* de Belo Horizonte, como parte da gestão de RS orgânicos gerados no refeitório e na manutenção dos jardins (folhas de árvores e poda dos gramados).

Preliminarmente, aqui se destaca o papel primordial da participação dos discentes envolvidos nos projetos acadêmicos acima citados para a implementação da compostagem na gestão de resíduos sólidos na instituição. De 2015 a 2020, participaram dos projetos de compostagem, 15 alunos do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária.

No início de 2020, a compostagem passou a ser realizada em um dos *campi*, dentro das atividades rotineiras do setor de jardinagem, estabelecidas no contrato de prestação de serviços com a empresa terceirizada responsável pela limpeza e, sob supervisão da prefeitura dos *campi* do CEFET-MG, em Belo Horizonte.

## Diagnóstico quantitativo de resíduos orgânicos e das emissões de gases de efeito estufa

Em 2015, para dar início ao projeto de pesquisa “Compostagem dos resíduos orgânicos dos refeitórios do CEFET-MG”, foi feito um levantamento quantitativo dos resíduos gerados em um dos campi do CEFET-MG - Belo Horizonte (ZAGO *et al.*, 2016). Os resíduos do refeitório foram separados e pesados em dois grupos distintos; pré-preparo dos alimentos (folhas de verduras e cascas de frutas e legumes inaproveitáveis) e pós-consumo (rejeitados nos pratos individuais dos comensais e sobras dos recipientes do serviço). Foi possível, a partir dessas informações, calcular a quantidade de RS orgânicos que poderiam ser compostados, assim como quantificar o desperdício de alimentos.

Durante cinco dias do estudo foram servidas 8.375 refeições (almoço e jantar). O total de resíduos gerados foi de 810 kg, sendo 399 kg do pré-preparo e 411 kg do pós-consumo. Observou-se uma variação entre 15 a 25% entre os dias avaliados e uma média de 19% em relação ao total dos alimentos necessários para o consumo. Silvennoinen *et al.* (2015) em estudo similar também revelou que as cantinas de estudantes e empresas desperdiçam cerca de 20% do que é servido.

Considerando-se apenas os resíduos do pós-consumo, percebeu-se que em média há um desperdício de aproximadamente 40 g.prato<sup>-1</sup>, coincidindo com os valores de 15-45g, verificados por Vaz (2006) e Souza *et al.* (2020). No entanto, se forem acrescentados os resíduos produzidos durante o preparo das refeições e o descarte das sobras do final do dia, chega-se a 100 g.prato<sup>-1</sup>. Essa quantidade de alimentos desperdiçados poderia ter sido convertida em 1.621 refeições. Porém, ao ir parar no lixo causou a emissão de 0,57 t CO<sub>2</sub>eq, de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera. Verificou-se também, que seria possível reduzir as emissões de GEE em cerca de 49%, se ao menos os resíduos do pré-preparo (cascas de frutas, legumes, etc) fossem encaminhados para a compostagem (ZAGO *et al.*, 2016).

Segundo a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos- EPA (2014), as emissões líquidas de GEE a partir da compostagem e da digestão anaeróbica são muito menores do que aquelas geradas pela disposição dos resíduos orgânicos em aterros sanitários, em grande parte por evitar as emissões de gás metano. Hasling (2012) já enfatizava que a compostagem não é mais um método para jardineiros e agricultores familiares, mas sim, uma estratégia para a redução das mudanças climáticas. Ademais, a compostagem poderia contribuir para o fornecimento de adubo para a jardinagem dos campi. Segundo estimativas da prefeitura da instituição, a compra de adubo equivaleria, em média, a 200 sacos de 45 kg de adubo orgânico ao ano, por *campus* [comunicação pessoal].

Obviamente, a compostagem deve estar associada a campanhas frequentes junto aos comensais e servidores dos refeitórios, sobre a importância de redução de desperdício de alimentos. Segundo Parfitt *et al.* (2013), 75% deste desperdício poderia ser evitado. Os determinantes do desperdício neste setor podem resumir-se a três causas principais: 1) a falhas de gestão e planejamento das encomendas, preparação e o serviço das refeições; 2) o cliente, utente ou usuário que devido às suas preferências, atitudes e comportamento não consome tudo o que lhe é servido e 3) o ambiente/ espaço em que as refeições são servidas.

## Desafios da implantação da compostagem

A partir dos dados obtidos do diagnóstico quantitativo dos RS, iniciou-se um processo de sensibilização com os servidores dos refeitórios, a fim de orientar sobre a separação dos resíduos orgânicos que seriam encaminhados à compostagem (Figura 1). Há que ressaltar que a equipe de servidores do refeitório teve uma boa aceitação da proposta e sua colaboração foi essencial para garantir a separação na origem da geração dos resíduos.

Figura 1: Reunião com os servidores do refeitório do CEFET-MG, em 2015



Fonte: Arquivo pessoal dos autores

Uma das maiores dificuldades na implantação da compostagem na instituição foi a falta de espaço físico, visto que, nos *campi* de Belo Horizonte, onde há maior geração dos resíduos orgânicos, a disponibilidade de local ao ar livre é bastante reduzida. Mesmo assim, foi possível definir-se uma área de aproximadamente 20 m<sup>2</sup>, onde se passou a fazer a compostagem desde então, em um dos *campi*.

Optou-se por utilizar apenas os resíduos orgânicos do pré-preparo dos alimentos, ou seja, folhas e cascas de frutas, excluindo carnes, leite e seus derivados. Essa opção se deu devido à proximidade da área de compostagem aos prédios do *campus*. Mesmo que possam ser igualmente compostados, carnes e laticínios podem atrair animais e vetores, durante a decomposição da matéria orgânica.

Foram estudados diferentes métodos de compostagem em escala piloto, avaliando-se eficiência, tempo de compostagem, monitoramento dos parâmetros de qualidade e maturação. Definiu-se no projeto, que o método a ser escolhido seria aquele que apresentasse menor tempo para atingir a maturação do composto e, que apresentasse baixo custo.

Um outro parâmetro importante que foi considerado foi o tempo gasto nas operações rotineiras da compostagem. As atividades de limpeza e jardinagem na instituição são realizadas por empresa terceirizada e, como a compostagem não estava prevista no contrato, os seus funcionários não poderiam realizar tal atividade. Era preciso comprovar para a instituição que o tempo a ser gasto na atividade da compostagem, não prejudicaria a realização das demais atividades do setor.

# Investigação dos diferentes métodos de compostagem

## Compostagem em leira, modelo “Windrow”

Neste estudo, utilizaram-se além dos resíduos do pré-preparo dos alimentos (cortes de frutas e hortaliças), os ramos de podas de árvores e de gramados dos jardins. O objetivo da escolha desses últimos resíduos foi a sua alta geração no *campus*, os custos relativos à sua destinação final e, do ponto de vista técnico, por possuírem uma relação C/N alta, fornecendo energia aos microrganismos que atuam na decomposição da matéria orgânica. Os resíduos de alimentos são, por sua vez, ricos em nitrogênio, igualmente importante.

A composteira foi montada no espaço pré-determinado, em leira modelo “Windrow”, com seção de formato trapezoidal, diretamente sobre o solo natural. Os resíduos de poda foram picados em um triturador elétrico, de modo a reduzir as partículas a um tamanho de aproximadamente 1 cm. Para a montagem da leira foram utilizados um total de 215 kg de resíduos do pré-preparo dos alimentos e 176 kg de resíduos de podas de árvores e gramados.

A leira foi construída intercalando-se camadas de restos de alimentos (5 cm) e resíduos de podas (15 cm). Ao término de cada camada, os resíduos eram irrigados. Este procedimento foi realizado continuamente até que a leira atingisse, aproximadamente, 1,2 m de altura. A leira apresentou um volume inicial de 1,17 m<sup>3</sup> e massa total de 300 kg (Figura 2).

Figura 2 – Montagem da compostagem em leiras modelo “Windrow”. em 2015.



Fonte: Arquivo pessoal dos autores

Os parâmetros pH, umidade e temperatura foram monitorados durante o ensaio, a cada dois dias. Para análise dos parâmetros pH e umidade foi utilizado o equipamento Instrutherm pH 2500; já para o monitoramento da temperatura utilizou-se o Termômetro digital, modelo ITTH 1400, com haste de 90 cm de comprimento. As leiras foram revolvidas manualmente com 15 e 60 dias após a sua montagem, quando eram irrigadas novamente.

A compostagem foi conduzida durante aproximadamente quatro meses. O processo foi interrompido quando a temperatura da leira se igualou à temperatura ambiente. O composto foi peneirado utilizando-se uma peneira com malha de 5 mm, retraindo o material orgânico com dimensões maiores e que não foi totalmente decomposto. A partir dos valores de massas foi possível estabelecer uma proporção de aproveitamento.

A unidade-piloto de compostagem obteve um aproveitamento de 73,55% do composto final, após o peneiramento, ou seja, aproximadamente, 270 kg de composto, com resíduos orgânicos de apenas cinco dias gerados no refeitório do *campus*. Uma amostra do composto foi encaminhada para análises químicas, e observou-se que o composto apresentou relação C/N = 6/1, umidade = 56%, pH = 7,0 e teor de matéria orgânica = 23 %. Esses valores atestam a qualidade do produto final da compostagem, segundo normas do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Instrução normativa n.25/2009) (BRASIL, 2009).

### **Compostagem dos resíduos verdes**

Como já descrito, a quantidade de resíduos verdes, oriundos da limpeza e manutenção dos jardins é muito grande no *campus*. No sentido de investigar uma porcentagem maior desses resíduos na compostagem foi realizado outro experimento. Para tanto, foram utilizadas três composteiras dentro de “bags” de rafia (90 x 90 x 120 cm) (Figura 3). Na primeira composteira utilizaram-se 68% de resíduos de jardim (96 kg) e 32% de resíduos de cortes de frutas (46 kg). Na segunda composteira foram utilizados 70% de resíduos de jardim (96 kg), 22 % de cortes de frutas (31,4 kg) e 8% de composto orgânico (10,6 kg). A terceira composteira foi construída utilizando-se 100% resíduos de jardim (96 kg). Os diferentes resíduos foram dispostos em camadas intercaladas. No término de cada camada, em cada uma das 3 composteiras, foi feita irrigação durante dois minutos.

As composteiras foram irrigadas e revolvidas manualmente de 15 em 15 dias após a sua montagem. A compostagem foi conduzida durante aproximadamente 120 dias. O composto foi peneirado e, a partir dos valores de massas (kg), foi possível estabelecer uma proporção de aproveitamento e de redução do volume inicial dos resíduos.

Figura 3: Compostagem de resíduos verdes em *bags* em 2018.



Fonte: Arquivo pessoal dos autores

Observou-se que os tratamentos com a adição de casca de frutas e o composto orgânico mostraram uma bioestabilização em menor tempo, ou seja, já sendo possível utilizá-lo como condicionador de solo. Pôde-se concluir que, ao adicionar resíduos ricos em nitrogênio (cascas de frutas) e composto orgânico maturado aos resíduos de jardim (podas de gramados e árvores) na proporção de 2:1:3, respectivamente, possibilitou-se uma decomposição dos resíduos mais rápida.

### **Compostagem em leiras estáticas com aeração passiva**

Em 2018, testou-se o modelo de leiras estáticas com aeração passiva, desenvolvido pela Universidade Federal de Santa Catarina-UFSC (NÁCIO & MILLER, 2009). Trata-se de um modelo que não demanda muitos revolvimentos; portanto, requer menos mão-de-obra, *uma das grandes limitações na instituição* (Figura 4).

Desde dezembro daquele ano, aproximadamente 48% dos resíduos do refeitório do *campus* estão sendo diariamente encaminhados para o pátio de compostagem. A compostagem tem gerado em torno de 350 kg de composto orgânico. mês<sup>-1</sup>, que é utilizado na adubação dos gramados, em vasos de plantas e produção de mudas de ornamentais. Durante o ano, nos meses de férias escolares, a geração de resíduos orgânicos é bem menor, porém a produção de composto (adubo orgânico) no restante do ano é suficiente para atender a demanda do *campus*.

Desde o início do programa de compostagem, a necessidade de adubo no *campus* tem sido suprida totalmente e, o excedente é eventualmente cedido, para outros *campi*. Não foi possível estimar os valores gastos que instituição tinha, anteriormente, com a compra dos adubos comerciais. Faz-se necessário, posteriormente, calcular a contribuição da adoção da compostagem também em termos financeiros para a instituição.



Figura 4 - Montagem de leira estática com aeração passiva, em 2019.



Fonte: Arquivo pessoal dos autores

Em um ano, foram recicladas aproximadamente 7,8 toneladas de resíduos orgânicos, oriundos dos restos de alimentos do refeitório do *campus*. Ou seja, resíduos que foram desviados da disposição final em aterro sanitário (Figura 5).

Figura 5: Composto orgânico produzido no CEFET-MG.



Fonte: Arquivo pessoal dos autores

## Oficina de Treinamento de Operadores de compostagem

Duas oficinas de Treinamento de Operadores de Compostagem foram realizadas, em dois *campi* do CEFET-MG e capacitaram 17 servidores da empresa terceirizada. Foram emitidos certificados para os participantes (Figura 6).

Figura 6: Treinamento de Operadores de Compostagem, em dezembro de 2018, para os servidores do setor de limpeza e jardinagem.



Fonte: Arquivo pessoal dos autores

Foi elaborado, também pelos alunos, sob a supervisão da professora responsável, um “Manual de Compostagem”, com fotos do “passo a passo”, de maneira que possa ser entendido por operadores e posteriormente, adotado em outros *campi* do CEFET-MG (ZAGO et al., no prelo).

## Compostagem na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

A questão relacionada à problemática dos RS na UFMG foi identificada na década de 1990 e, a partir daí, foram sugeridas e implantadas algumas alternativas, tais como o Programa de Administração e Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PAGERS), uma proposta de atuação da UFMG frente à questão dos RS. O Programa foi desenvolvido pelo Grupo de Estudos de Resíduos Sólidos (GERESOL) então existente e pela Comissão Técnica de Resíduos (CTR), com o objetivo de formatar diretrizes básicas para o gerenciamento de RS produzidos na UFMG, fundamentado em uma nova política ambiental da Instituição (BARROS; SILVA; MIRANDA, [S.D.]).

A UFMG abriga em seus *campi* extensas áreas cobertas por vegetações de diversas espécies e portes: o *campus* Pampulha possui uma área de aproximadamente 340

ha, distribuída em espaços gramados, jardins e vegetação florestal. Devido a isto, o *campus* gera grande volume de resíduos obtidos nos serviços de poda, capina, roçado, rastelamento e corte de gramados, atividades responsáveis pela produção de resíduos verdes (grama, folhas, galhos e lenha). Como grande produtora pontual e sendo uma instituição de ensino superior, a UFMG foi instada em finais de 2004 a colaborar para o Programa de Gestão Ambiental, desenvolvido pela Superintendência de Limpeza Urbana (SLU) de Belo Horizonte, reduzindo os volumes a serem aterrados (BARROS; SILVA; MIRANDA, [S.D.]). Devido às características dos RS verdes e ao seu significativo volume gerado - cerca de 7.000 m<sup>3</sup>/ano, variando em função das condições meteorológicas e sazonais, e dependendo da atenção que a administração central dá ao problema, é de fundamental importância o seu gerenciamento adequado.

### **Evolução e histórico da adoção da compostagem dos resíduos verdes**

Até começo dos anos 2000, os RS orgânicos eram destinados à coleta convencional da cidade e dispostos nas áreas municipais autorizadas (antes lixão; a partir de meados dos anos 90, aterro sanitário). Os resíduos de podas e demais atividades de manutenção de jardins e áreas verdes eram dispostos sem controle em pontos do *campus* Pampulha e, por vezes, queimados. Segundo a Diretoria de Áreas Verdes-DAV, entre 2004 a 2007, os resíduos verdes (RV) eram armazenados em vários locais dentro do *campus* e ocupavam considerável espaço. Em 2005, foram feitos levantamentos quali-quantitativos da geração de resíduos nas atividades de manutenção das áreas verdes da UFMG. Informações complementares a respeito dos procedimentos adotados na coleta, transporte, armazenamento, tratamento e disposição final foram obtidas através do acompanhamento das atividades rotineiras de manutenção das áreas verdes, coletadas pela Divisão de Áreas Verdes a partir do ano de 2002 (SAMPAIO, 2009).

A partir de então, iniciou-se a operacionalização da compostagem no *campus* Pampulha. Foram testadas várias combinações e proporções de materiais (folhas, grama recém cortada, restos alimentares) em processos de compostagem. Naquela ocasião, testou-se a compostagem dos resíduos verdes (com 100% de resíduos de podas de gramados e folhas caídas) e, observou-se que em 86 dias, com revolvimento manual constante e manutenção adequada da umidade, o composto apresentava relação C/N = 20/1 e umidade = 54%; portanto, podendo ser utilizado diretamente no solo como condicionador. No entanto, para o aproveitamento dos resíduos alimentares ainda é preciso o interesse explícito e real da instituição, especialmente, por requerer uma logística maior na separação e coleta (BARROS; SILVA; MIRANDA, [S.D.]).

Em 2007, o problema de armazenamento foi parcialmente minimizado com a compra de um triturador (Figura 7), o qual também favoreceu o processo de compostagem. A trituração da galhada (materiais celulósicos de maiores dimensões) visava a agilizar e aproveitar mais material no processo, pois a galhada, antes desta data, era toda destinada ao aterro de Belo Horizonte. Assim, com o triturador foi possível diminuir o espaço de armazenamento e aproveitar melhor o material bruto na compostagem, significando uma queda de 53% de volume de RV enviados para o aterro sanitário (SAMPAIO, 2009).

Figura 7: Picador de folhas e de galhada fina e carretilha (A); peneiramento do material maturado (B), *campus* Pampulha – UFMG.



Fonte: Arquivo pessoal dos autores

Em 2010, foi criado o Departamento de Gestão Ambiental (DAG), a quem competiria lidar com as áreas verdes da instituição e com a problemática de seus RS. Outras questões ambientais, tais como consumo de água e de energia, só mais recentemente começaram a ser objeto de preocupação da instituição, mais por razões econômicas que por convicções ecológicas ou por imperativos acadêmicos. Há poucos anos, a Divisão de Áreas Verdes tornou-se autônoma em relação DAG; a questão da compostagem, embora seja fundamentalmente ambiental, ficou dentro das atividades de manutenção da vegetação.

### **Situação da compostagem no começo de 2020**

O *campus* Pampulha possui dois pátios de compostagem, um próximo à Faculdade de Educação (FAE) (Figura 8) e outro no Centro Esportivo Universitário (CEU). Ambos os pátios são a céu aberto, recebem diretamente no solo os resíduos verdes do *campus*, aplicam a técnica de compostagem e o composto final serve de adubo para os próprios jardins e demais áreas vegetadas do *campus*.

Figura 8: Localização de um pátio de compostagem no *campus* Pampulha – UFMG



Fonte: adaptada de imagem obtida no Google, 2019

Realizados diariamente pelos mais de 100 homens que compõem as equipes das áreas verdes, o corte dos gramados, a varrição das ruas, a coleta de restos de jardins e de folhas secas e a poda de árvores e arbustos, podendo gerar um volume aproximado de até 8.000m<sup>3</sup> de resíduos por ano, com média diária de 25 m<sup>3</sup> (UFMG, 2012). O número de servidores nessa função tem variado enormemente nos últimos anos, espelhando a crise financeira por que passam as universidades públicas no Brasil, estas equipes de jardinagem são terceirizadas, e também pela importância decrescente que a instituição tem dado à questão. Este processo de compostagem – essencialmente natural: o que se faz é otimizar suas condições – vem sendo cada vez mais reduzido, dada a restrição de mão de obra. Como a qualidade para uso próprio não é tão importante, consegue-se manter em caráter precário.

A compostagem do *campus* não tem problemas em relação à triagem dos resíduos, pois conforme é citado por pesquisadores, não há necessidade de segregar e triar o material que é constituído somente por folhas, sementes, galhos, grama e bambus, e poucas vezes, são encontradas pedras e raramente vidros, papel e tampinhas plásticas. A compostagem vem sendo realizada com 100% de resíduos verdes, exclusivamente, isto é, oriundos somente da vegetação provenientes da manutenção das áreas verdes do *campus* (LAPERTOSA, 2006).

Na compostagem, o volume, geralmente, é reduzido na proporção de 04 RV gerado para 01 compostado. O resultado do processo, que nessa forma simplificada dura de três a cinco meses e depende de condições sazonais, é o composto orgânico, utilizado nos jardins e gramados da UFMG. Os milhares de metros cúbicos que são gerados por ano representam um volume que supre todas as áreas verdes do *campus*, sejam elas naturais ou antropizadas. O programa continua em atividade, utilizando resíduos verdes (folhas e grama cortados) e, até o início de 2020, todo resíduo verde continua sendo aproveitado pela UFMG no *campus* Pampulha<sup>5</sup>.

Entretanto, vez-se que a cada ano o número de trabalhadores é reduzido no pátio de compostagem, restando apenas um servidor, em meados de 2020. Para manter o

<sup>5</sup> Comunicação pessoal de Barros, Raphael Tobias de Vasconcelos, em janeiro de 2020.

processo, o método de construção das leiras e revolvimentos passou a ser feito por um trator tipo pá-carregadeira, cuja disponibilidade depende de outras atividades em outros setores do *campus*. Com isso, o processo de maturação (indicador de estabilização da decomposição da matéria orgânica) foi estendido para mais de 230 dias (ZAGO *et al.*, 2019).

A que se destacar que o pátio de compostagem da UFMG, *campus* Pampulha, apesar das imensas dificuldades por que passa, tem sido uma referência em Belo Horizonte, sendo frequentemente visitada por escolas e outras instituições com interesse na tecnologia.

## Considerações finais

Os estudos realizados até o momento (meados de 2020) têm demonstrado a viabilidade técnica e econômica da compostagem, independentemente do método escolhido. Como o produto final é um adubo natural que pode ser utilizado nos jardins e/ou hortas da instituição, o procedimento é indicado para compor o sistema de gerenciamento de RS de instituições de ensino, proporcionando redução dos gastos com aquisição de adubos e com o pagamento para destinação dos resíduos da jardinagem e varrição. Ademais, reverte-se em excelente oportunidade de proporcionar às comunidades acadêmica e externa, um exemplo de boas práticas – sustentáveis – de gestão de RS.

Para que a compostagem possa ser implementada nos *campi* recomenda-se ter uma equipe técnica responsável com caráter permanente, que seja realizado um diagnóstico dos resíduos orgânicos gerados e uma projeção desta geração, a capacitação de funcionários que realizarão a parte operacional, a implementação de um sistema simples de separação dos resíduos na cozinha dos refeitórios, o monitoramento dos parâmetros técnicos básicos de qualidade do processo e do produto final, campanhas de divulgação do programa de compostagem para a comunidade interna e, acima de tudo, que a compostagem seja vista como uma tecnologia de reciclagem, dentro da gestão de resíduos da instituição. A compostagem deve se inserir na política da instituição visando a ajudar na formação de seus alunos e a contribuir para a melhoria da qualidade de vida de seu entorno.

As experiências das duas instituições aqui tratadas, evidenciam os benefícios da adoção da compostagem, porém também, as dificuldades de sua implantação e manutenção. Por mais que se apresente os ganhos institucionais e o aspecto da educação ambiental associados à compostagem, esta só poderá efetivamente contribuir socioambientalmente, se as universidades atenderem ao escopo legal vigente no país, como a Política Nacional de Resíduos Sólidos e os Planos Municipais de gerenciamento de RS e, de fato, incorporá-la às políticas administrativas da instituição, com rubrica orçamentária específica. Face à sua importância e influência, as instituições de ensino superior não podem se furtar ao papel de indutoras de bons comportamentos ambientais por parte de seus membros, inspirando as comunidades onde se inserem.

## Referências

ALELUIA, J.; FERRÃO, P. Assessing the costs of municipal solid waste treatment technologies in developing Asian countries. **Waste management**, v. 69, p. 592-608, 2017.

ARANA, A. R. A.; BIZARRO, L. M. C. E. Os desafios da gestão ambiental na universidade. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 7, n.1, p. 559-579, 2018.

BARROS, R. T. V.; MIRANDA, T. G.; AFONSO, W. L. M. Avaliação preliminar do gerenciamento de resíduos sólidos verdes no *campus* da UFMG. [S.I.] [2007?]

BORTOLOTTI, A.; KAMPELMANN, S.; DE MUYNCK, S. Decentralised Organic Resource Treatments—Classification and comparison through Extended Material Flow Analysis. **Journal of cleaner production**, v. 183, p. 515-526, 2018.

BRASIL. Lei 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Institui a política nacional de resíduos sólidos**; altera a lei n. 9605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União: seção 1 - 3/8/10, 3 p.

\_\_\_\_\_. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 25, de 23 de julho de 2009**. Aprova normas sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos, organominerais e biofertilizantes destinados à agricultura, conforme anexos a esta instrução normativa. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 28 jul. 2009. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=recuperarTextoAtoTematicaPortal&codigoTematica=1229186>>. Acesso em: 23 mar 2020.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. **Gestão de resíduos orgânicos**. (2017) Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/gest%C3%A3o-de-res%C3%ADduosorg%>>. Acesso em: 21 mar 2020

BRINGHENTI, J. R. *et al.* Organic Waste Composting and Vermicomposting as Sustainable Practice in Higher Education Institutions. In: **Towards Green Campus Operations**. Springer, Cham, p. 159-173, 2018.

EPA—ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Environmental Protection Agency. 2018. **Advancing sustainable materials management: Facts and figures**. Disponível em: [https:// www.epa.gov/smm/advancing-sustainable-materials-managementfacts-and-figures](https://www.epa.gov/smm/advancing-sustainable-materials-managementfacts-and-figures) Acesso em: 22 mar 2020

EPA—ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Greenhouse Gas Equivalencies Calculator**. 2014. Disponível em: <<http://www.epa.gov/cleanenergy/energyresources/>>. Acesso em: 27 jul. 2019.

HASLING, P. **The Compost Activist**: an educational website to promote composting, [Dissertation Master of Environmental Studies Capstone Projects], Department of Earth and Environmental Science/ University of Pennsylvania Scholarly Commons, 2012, 61 p.

INÁCIO, C. T.; MILLER, P. R. M. **Compostagem**: ciência e prática para a gestão de resíduos orgânicos. Rio de Janeiro/RJ. Embrapa Solos, 2009. 156p.

JACOBI, P. R.; BENSON, G. R. Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 25, n. 71, p. 135-158, Jan/Abri. 2011.

- KIEHL, E. J. **Manual de Compostagem: Manutenção e Qualidade do Composto**. 2004.
- LAPERTOSA, A.D. Subsídios para a elaboração de um plano de gerenciamento de resíduos sólidos verdes: o caso da UFMG. [Dissertação. BH: DESA/UFMG], 2006. 131p.
- MELLO-PEIXOTO, E. C. T. *et al.* Compostagem: Construção e Benefícios. **Cadernos de Agroecologia**, v. 9, n. 1, 2014.
- PARFITT, J. *et al.* Waste in the UK Hospitality and Food Service Sector (Technical Report No. HFS001-00 6). **Waste and Resources Action Programme (WRAP)**, 2013.
- PICCOLI, A. L.; SOUZA, A. E.; TOCCHETTO, M. R.L. Compostagem de resíduos: ação complementar à coleta seletiva solidária UFSM. **Revista Brasileira de Iniciação Científica**, v. 5, n. 6, p. 62-75, 2018.
- RICHARDSON, A. J.; KACHLER, M. D. University sustainability reporting: a review of the literature and development of a model. In: **Handbook of Sustainability in Management Education**. Edward Elgar Publishing, 2017.
- SAMPAIO, C. A. Estudo locacional de uma nova área decompostagem no *campus* Pampulha/UFMG. [Dissertação. BH: DESA/UFMG], 2009. p.102
- SHIEL, C. *et al.* Evaluating the engagement of universities in capacity building for sustainable development in local communities. **Evaluation and program planning**, v. 54, p. 123-134, 2016.
- SILVENNOINEN, K. *et al.* Food waste volume and origin: Case studies in the Finnish food service sector. **Waste Management**, vol. 46, p. 140-145, 2015.
- SOUZA, P. G. *et al.* Avaliação de desperdício em restaurantes comerciais do tipo self-service total na Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). **Research, Society and Development**, v. 9, n. 6, p.1-24, 2020.
- TRIVELLA, R. B. B. *et al.* A Compostagem Termofílica como metodologia para restauração de áreas degradadas dentro de uma Unidade de Conservação, Florianópolis (SC). **Cadernos de Agroecologia**, v. 10, n. 3, 2016.
- UFMG. **Ciclo fértil e sustentável**. Boletim UFMG, nº 1768 - Ano 38, 26.3.2012. Disponível em: <https://www.ufmg.br/boletim/bol1768/4.shtml> Acesso em: 23 mar 2020
- VAZ, C. S. **Restaurantes: controlando custos e aumentando lucros**. Brasília: Metha, v. 193, 2006.
- VILELA, D. M.; PIESANTI, J. L. Gerenciamento de resíduos sólidos orgânicos da UFGD em compostagem. **Revista Ciência em Extensão**, v. 11, n. 3, p. 28-39, 2015.
- ZAGO, V.C.P. *et al.* **Compostar: manual técnico de compostagem do CEFET-MG**. 2020 [no prelo]
- ZAGO, V.C.P.; DUARTE, F. A. P.; VICTORIANO, J. T.; LOPES, L.F.J. Impacto do desperdício de alimentos sobre a emissão de gases de efeito estufa: estudo de caso do refeitório do CEFET-MG – *Campus* I. In: GUERRA, José Baltazar Salgueirinho Osório *et al.* **Links 2015: os elos entre os consumos de água, energia e alimentos, no contexto das estratégias de mitigação das mudanças climáticas**. p.133-148, 2016
- ZAGO, V.C.P.; FREITAS, J. E.; MEIRELES, C. M.; BARROS, R. T. B. Monitoramento do processo de compostagem dos resíduos de podas de árvores e gramados gerados na Universidade Federal de Minas Gerais (*campus* Pampulha). In: 30º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. **Anais**. Natal-RN, 2019



## Capítulo 16

# Gestão de Resíduos Químicos na Universidade Federal de Lavras

*Zuy María Magriotis*

*Adelir Aparecida Saczk*

*Hélvia Mara Ribeiro Salgado*

*Isael Aparecido Rosa*



Zuy Maria Magriotis

Possui graduação em Engenharia Química pela Universidade Federal de Minas Gerais (1987), mestrado em Engenharia Química pela COPPE/UFRJ (1991) e doutorado em Engenharia Química pela COPPE/UFRJ e Institut de Researches sur la Catalyse IRC/CNRS, Lyon/França (1995). Foi Diretora de Meio Ambiente da Universidade Federal de Lavras – UFLA (2010-2016), onde trabalhou na implantação do Plano Ambiental e coordenadora do curso de graduação em Engenharia Química (2014-2020). Atualmente é professora Associada 4 e Diretora da Escola de Engenharia da UFLA. Tem experiência na área de Engenharia Química, com ênfase em Cinética Química e Catálise, atuando principalmente nos seguintes temas: catálise (óxidos de lantânio e cério sulfatados, zeólitas, argilas), biocombustíveis (produção de biodiesel utilizando catalisadores heterogêneos), tratamento e aproveitamento de resíduos (pirólise de biomassa oriundas do processo produtivo do biodiesel, adsorção de contaminantes em água).



Adelir Aparecida Saczk

Possui graduação em Química Licenciatura e Bacharelado pela Universidade Federal do Paraná (1996), mestrado em Química pela Universidade Federal do Paraná (2000) e doutorado em Química pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2005). Foi vice-Diretora de Meio Ambiente da Universidade Federal de Lavras – UFLA (2010-2016), trabalhando na implantação do Plano Ambiental da Instituição e Coordenadora do Curso de Pós-Graduação em Agroquímica. Atualmente é professora Associado IV e Pró-reitora de Pós-Graduação da Universidade Federal de Lavras. Atua na área de Eletroquímica e Cromatografia, na quantificação de interferentes químicos via modificação de superfícies de eletrodos e desenvolvimento de procedimento de amostragem em matrizes ambientais.



Hélvia Mara Ribeiro Salgado

Bacharel em química formada pela Universidade Federal de Alfenas - UNIFAL – Alfenas/ MG (2010) e Mestre em Tecnologias e Inovações Ambientais pela Universidade Federal de Lavras – UFLA – Lavras/MG (2016). Atualmente ocupa cargo de técnico de laboratório químico exercendo suas atividades no Laboratório de Gestão de Resíduos Químicos da Universidade Federal de Lavras, onde atua realizando a gestão e o tratamento dos resíduos químicos gerados nos laboratórios da UFLA.



Isael Aparecido Rosa

Possui graduação em Química Licenciatura pela Universidade Federal de Alfenas (2011), mestrado em Química pela Universidade Federal de Alfenas (2014). Doutorado em Química pela Universidade Federal de Lavras (2017). Atualmente é Técnico na Universidade Federal de Lavras (UFLA), onde atua no Laboratório de Gestão de Resíduos Químicos e na Diretoria de Meio Ambiente como Técnico Químico responsável pela avaliação e controle de qualidade de água e esgoto.

## Introdução

As atividades de ensino e pesquisa da Universidade Federal de Lavras (UFLA) geram resíduos químicos compostos por uma grande variedade de substâncias potencialmente tóxicas e perigosas que precisam passar por tratamentos adequados antes de serem descartadas, a fim de evitar que causem problemas ambientais e contaminação de seres vivos.

Por muitos anos, os resíduos químicos gerados nas atividades de ensino, pesquisa e extensão da UFLA eram descartados de forma inadequada causando contaminação ambiental de solos, rios e ar. Preocupada com os prováveis danos ambientais causados pelos resíduos e também por outros agentes, a Direção Executiva da Universidade implantou o Plano Ambiental (SACZK et al., 2018) e Estruturante da Universidade, cuja uma das ações foi a construção de um Laboratório de Gestão de Resíduos Químicos (LGRQ) que passou a fazer a gestão de todos os resíduos químicos gerados na UFLA. Para a execução das ações do Plano Ambiental, a UFLA contou com verbas do Ministério da Educação (MEC), FINEP e outros órgãos de fomento.

Iniciado em 2009 e pioneiro nas Universidades Federais do Estado de Minas Gerais, o Programa de Gerenciamento de Resíduos Químicos da UFLA tem por finalidade dar uma destinação adequada aos resíduos químicos seja reciclando, recuperando, diminuindo sua toxicidade ou enviando-o para aterros industriais, contribuindo, assim, para a preservação do meio ambiente.

O sucesso do programa se deve principalmente pelas ações de conscientização da comunidade acadêmica, por meio de cursos e palestras, que instruem o gerador do resíduo sobre a importância de reduzir o volume de resíduo gerado, reciclar aquele inevitavelmente produzido e reutilizar a matéria prima recuperada dos resíduos como por exemplo, os solventes orgânicos.

Os resíduos recolhidos são levados para o entreposto do LGRQ, onde passam por uma triagem separando os que possuem tratamento dos que ainda não possuem. Os tratamentos realizados pelo LGRQ são: precipitação, adsorção, destilação, neutralização e redução de volume. Os que não possuem tratamento são enviados, por meio de uma empresa especializada, para destinação ambientalmente correta.

Dentre os tratamentos, tem-se destaque a destilação de resíduos contendo solventes orgânicos, uma vez que as metodologias aplicadas permitem recuperar o solvente presente no resíduo e reutilizá-lo em diversas análises na Universidade. Além de atuar no tratamento de resíduos, o LGRQ recolhe nos laboratórios da Universidade reagentes químicos vencidos que passam a compor o banco de reagentes do LGRQ.

Esses reagentes são armazenados temporariamente no entreposto do LGRQ e são redistribuídos a comunidade acadêmica atendendo a demandas de pesquisas e aulas práticas. Em 2018 o LGRQ deu destinação correta a 100% dos 15.000 kg de resíduos recolhidos na instituição, sendo que 6.000 kg foram tratados dentro do LGRQ e o restante foi enviado para tratamento por incineração ou aterro adequado. Além disso, 1.500 kg de reagentes vencidos e 200 litros de solventes recuperados foram reutilizados nas atividades de ensino e pesquisa da UFLA.

Esse capítulo apresenta a gestão de resíduos químicos na Universidade Federal de Lavras, mostrando algumas ações implementadas e resultados.

# Programa de Gestão de Resíduo Químico (PGRQ) na UFLA

## Implantação do PGRQ

A UFLA foi fundada em 1908 sob o lema do Instituto Gammon: “Dedicado à glória de Deus e ao Progresso Humano”, a Escola Agrícola de Lavras, depois Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL) e, hoje, Universidade Federal de Lavras (UFLA), é um exemplo vivo da concretização dos ideais de seu fundador, Dr. Samuel Rhea Gammon, e de seu primeiro diretor, Dr. Benjamim Harris Hunnicutt.

A UFLA ocupa uma área de 476,50 hectares e quase 300 mil m<sup>2</sup> de área construída, onde estão distribuídos mais de 200 laboratórios setoriais. Com a criação de novos cursos a estrutura física da UFLA está em constante expansão (SACZK et al., 2018).

Os três pilares de uma Universidade são: ensino, pesquisa e extensão. Para o desenvolvimento de suas atividades de ensino e pesquisa a UFLA possui diversos laboratórios que geram diferentes tipos de resíduos, dentre eles, o químico.

Os resíduos gerados no *campus* podem ser classificados, segundo a NBR nº 10.004 de 2004 da ABNT, como perigosos e não perigosos. Estes últimos subdivididos em inertes e não inertes (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS ABNT, 2004).

O embrião do PGRQ foi em 2006, com as Professoras Adelir Aparecida Saczk e Zuy Maria Magriotis que começaram a tratar os resíduos gerados nas aulas práticas do Departamento de Química da UFLA. Em 2008 foi realizado o levantamento dos resíduos passivos e ativos gerados por todos os departamentos. Também naquele ano iniciou-se a construção do Laboratório de Gestão de Resíduos Químicos (LGRQ) com a finalidade de recolher, tratar e recuperar resíduos químicos gerados em toda instituição.

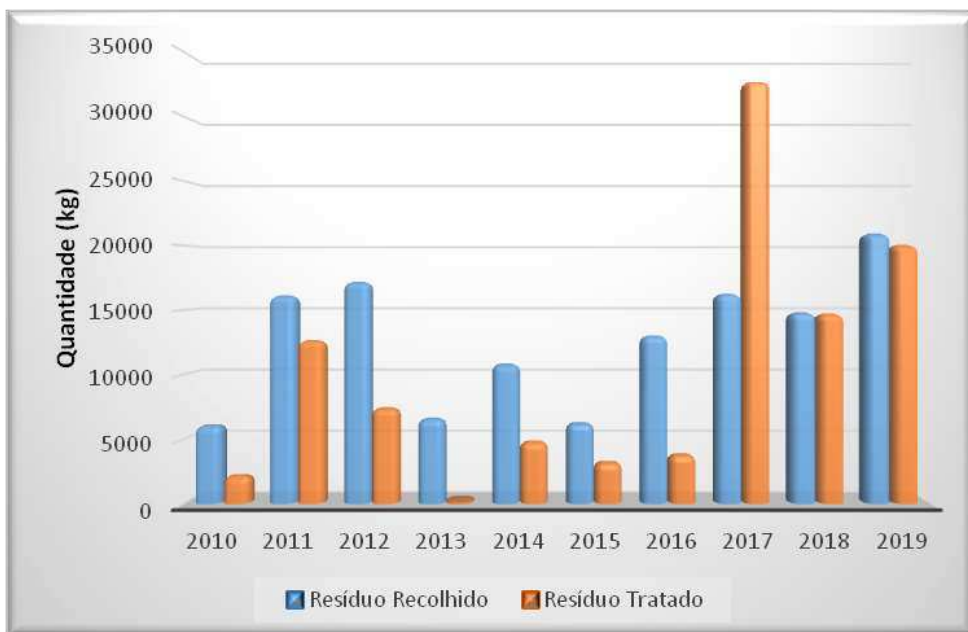
Em agosto de 2009 iniciaram as atividades do LGRQ com o recolhimento, tratamento e destinação final dos resíduos dos departamentos da UFLA, institucionalizando assim o PGRQ. Nesse ano, foi realizado um curso de capacitação com todos os técnicos de laboratórios químicos, possibilitando que fossem esclarecidas as dúvidas quanto ao gerenciamento de resíduos em seus laboratórios, integrando-os ao PGRQ.

Ainda, com a finalidade de capacitar, foram realizadas palestras nos Programas de Pós-Graduação dentro da disciplina Seminários, no sentido de orientar e reforçar a integração e o conhecimento do PGRQ junto a esses discentes e pesquisadores, contribuindo para sua consolidação.

No primeiro semestre de 2010 foi realizada uma visita a todos os laboratórios da UFLA para que fosse feita uma análise da adequação quanto à segurança química e a gestão dos resíduos de acordo com as normas do PGRQ. Nesse mesmo ano o LGRQ começou a trabalhar mediante sistema de Ordem de Serviço (ODS) que eram protocoladas na Prefeitura do *Campus* para serem executadas.

No ano de 2011, a partir de dados obtidos dos recolhimentos realizados, o PGRQ reavaliou os procedimentos para coleta, tratamento e destinação com o intuito de melhorar a logística de suas atividades. A Figura 1 apresenta os dados de recolhimento e tratamento dos resíduos químicos no período de 2010-2019.

Figura 1. Dados de recolhimento e tratamento de resíduos químico do LGRQ



### Gestão de Resíduos Químicos no LGRQ

Durante o planejamento de uma pesquisa ou aula prática é importante que o gerador de resíduo estime o tipo e quantidade de resíduo gerado por aquela atividade. Com esta informação os geradores solicitam ao LGRQ, via ordem de serviço (ODS), recipientes para acondicionar os resíduos gerados. Os recipientes solicitados previamente limpos e rotulados são entregues por servidores do LGRQ que no ato da entrega orientam sobre a forma correta de armazenamento.

Depois do acondicionamento do resíduo nos frascos adequados, o responsável pelo laboratório gerador do resíduo faz uma ODS, solicitando o recolhimento do material. Os resíduos são recolhidos diariamente e levados para o entreposto do LGRQ (Figura 2). Após a classificação, o resíduo é pesado e acondicionado de acordo com as normas de segurança até seu tratamento e recuperação ou enviados para o descarte final.

Figura 2. Entreposto do LGRQ



## **Os tratamentos de resíduos realizados pelo LGRQ são:**

### 1. Destilação

No processo de destilação os resíduos são tratados por aquecimento a temperatura controlada, recuperando o solvente que será reutilizado em vários tipos de atividades. Os resíduos tratados por meio da destilação são: solventes termicamente estáveis e que apresentem temperatura de ebulição inferiores a 200°C; solventes de extração (Ex.: acetona, hexano, clorofórmio, etanol, xilol, éter, acetato de etila, diclorometano);

### 2. Neutralização

No processo de neutralização os resíduos são tratados ajustando de pH para o descarte. O pH ideal para descarte de materiais é  $6 < \text{pH} < 8$ . Os resíduos tratados por meio da neutralização são: ácidos inorgânicos (Ex.: ácido clorídrico, ácido sulfúrico, ácido nítrico, ácido perclórico); soluções básicas (Ex.: hidróxidos, carbonatos e bicarbonatos livres de metais pesados); sais ácidos e básicos (Ex.: todos os sais alcalinos); resíduos que apresentam compostos tóxicos abaixo do limite permitido pela resolução (Ex.: Soluções de Ag, Pb, Hg, Cu, Ni, Co, Zn, Mn, Fe, Cr, Sn, Sr e Ba abaixo de  $0,1 \text{ mg L}^{-1}$ ).

### 3. Precipitação

O processo de precipitação é aplicado no tratamento de resíduos que apresentam constituintes tóxicos solubilizados e que podem ser convertidos para a forma insolúvel por meio de reação química ou por mudanças na composição do solvente para diminuir a solubilidade da substância nele contida (VOGUEL, 1981). Neste processo ocorre a formação de duas fases: o sobrenadante (fase líquida) que pode ser descartado, desde que apresente concentração abaixo da legislação vigente e que o pH fique entre 6 e 9; e o sólido precipitado, que depois de submetido ao processo de secagem, pode ser reaproveitado ou enviado para o descarte final. A precipitação é aplicada na remoção de metais tóxicos presentes nos resíduos aquosos como arsênio, bário, cádmio, cromo, cobre, chumbo, mercúrio, níquel, prata, selênio, tálio e zinco, entre outros.

### 4. Adsorção

No processo de adsorção o contaminante é retido na superfície de um sólido por meio de interações de natureza química ou física. Os resíduos tratados por adsorção são aqueles que contêm metais ou corantes. Os adsorventes mais utilizados no LGRQ são carvão ativado, caulinita e vermiculita. A adsorção é aplicada nos processos de remoção de corantes dos resíduos.

### 5. Resíduos que não possuem tratamento

O LGRQ desenvolve novas metodologias para tratamento dos resíduos que ainda não possuem rotas definidas na literatura e/ou adequações nas metodologias existentes. Quando não é possível realizar essa prática, o resíduo é enviado para uma empresa especializada para o destino ambientalmente correto. Normalmente, são resíduos que possuem misturas de várias substâncias tornando o tratamento inviável e/ou dispendioso. Para que essa prática seja evitada é realizado um trabalho de conscientização para correta segregação dos resíduos, por meio de aulas para estudantes de Pós-Graduação e por meio de cursos de capacitação para os técnicos de laboratórios químicos. Cabe ressaltar que o LGRQ avalia a sustentabilidade e o custo final de tratamento, optando sempre pelo mais sustentável e menos dispendioso.

Além dos resíduos químicos, o LGRQ recolhe, via ODS, vidros âmbar vazios, vidrarias contaminadas, resíduos biológicos e reagentes químicos vencidos que passam a compor o banco de reagentes do LGRQ.

### **Banco de reagentes Químicos**

Durante a implantação do PGRQ verificou-se que uma parcela considerável dos resíduos enviados para a destinação final dos laboratórios químicos da UFLA, era composta de reagentes químicos puros, não mais utilizados pela Unidade responsável pela aquisição, sendo que, em muitos casos, estes reagentes ainda encontravam-se lacrados na embalagem original e em condições de uso, porém com prazo de validade vencidos.

Desta forma, o LGRQ desenvolveu uma lista de reagentes recolhidos dos laboratórios químicos da Instituição e também dos reagentes recuperados, denominada Banco de Reagentes (Figura 3). Essa lista está disponibilizada para toda comunidade acadêmica (docentes, técnicos químicos, estudantes de graduação e pós-graduação) e pode ser consultada para aquisição dos reagentes quando do interesse. O Banco de Reagentes Químicos pode ser acessado pela página do LGRQ no site ([www.lgrq.com.br](http://www.lgrq.com.br)).

Figura 3. Banco de Reagentes do LGRQ



Para solicitar um reagente ao LGRQ é necessário verificar a disponibilidade do mesmo na lista de reagentes vencidos e realizar uma ODS para o LGRQ. Os reagentes serão disponibilizados seguindo a data de recebimento da ODS, priorizando sempre a mais antiga.

O LGRQ busca divulgar o Banco de Reagentes, oferecendo treinamentos para que a UFLA tenha uma ferramenta ambientalmente correta de minimização na geração de resíduos e de redução nos custos de destinação

### **Materiais alternativos**

Como forma de melhorar os tratamentos de resíduos químicos e deixar o processo mais sustentável, o LGRQ desenvolve metodologias de tratamento que utilizam materiais recicláveis e/ou que demandam menos energia e/ou água nos processos de tratamento. São eles:

- Coluna de adsorção montada com matérias recicladas como garrafa pet e vidrarias quebradas.



Figura 4. Coluna de adsorção



Destilador solar que utiliza o calor do sol para secar os precipitados obtidos dos tratamentos de resíduos.

Figura 5. Destilador solar



- Adaptações para facilitar a filtração dos resíduos por gravidade, reduzindo o consumo de energia.

Figura 6. Sistema de filtração



- Reaproveitamento da água descartada durante a purificação de água pelo aparelho de osmose reversa.

#### Laboratório Multiusuário do LGRQ

Além de recolher, segregar e tratar os resíduos gerados nos laboratórios da UFLA, o LGRQ possui um laboratório multiusuário disponibilizando, para a comunidade acadêmica, equipamentos de alto desempenho adquirido com recursos da FINEP:

- Espectrofotômetro de Absorção na Região de Infravermelho (FTIR) operando na Região do IV próximo ( $4000 - 14.000 \text{ cm}^{-1}$ ); Região do IV médio ( $4000 - 400 \text{ cm}^{-1}$ ) e Região do IV distante ( $400 - 10 \text{ cm}^{-1}$ ). As principais análises realizadas no LGRQ são: caracterização de grupos funcionais em diversos tipos de matrizes (filmes, sólidos, líquidos, pastosos).

Figura 7. Espectrômetro de absorção na região do infravermelho (FTIR)



- Equipamento de cromatografia em fase gasosa com detector de ionização em chama (GC-FID) e detector de condutividade térmica (GC-TCD). As principais análises realizadas são: análise de ácidos graxos e óleos essenciais.

Figura 8. Cromatógrafo em fase gasosa (GC)



- Equipamento de cromatografia em fase gasosa (CG) com analisador de massas (MS) do tipo quadrupolo. As principais análises realizadas são: análise de óleos essenciais; compostos voláteis em água, contaminantes em matrizes ambientais, determinação da composição de bio-óleo e de compostos de matrizes diversas.

Figura 9. Cromatógrafo em fase gasosa com analisador de massas (GC-MS)



- Equipamento de cromatografia em fase líquida de ultra alta eficiência (UHPLC) com analisador de massas do tipo triplo quadrupolo (MS-MS). As principais análises realizadas são: Compostos contaminantes em água e em matrizes ambientais; contaminantes em alimentos e bebidas; e determinação de compostos de matrizes diversas.

Figura 10. Cromatógrafo em fase líquida de ultra alta eficiência com analisador de massas do tipo triplo quadrupolo (UHPLC/MS-MS)



- Analisador de carbono total e inorgânico. As principais análises realizadas são determinação de carbono em matrizes líquidas.

Figura 11. Analisador de carbono total e inorgânico



Os laboratórios multiusuários dão suporte aos programas de pós-graduação de vários departamentos da Universidade, atendendo pesquisas na área ambiental, analítica, orgânica, inorgânica, de alimentos e farmacológica.

As atividades de ensino e pesquisa da UFLA geram resíduos químicos compostos por uma grande variedade de substâncias potencialmente tóxicas e perigosas que precisam passar por tratamentos adequados antes de serem descartadas no meio ambiente. Com a implementação do Plano Ambiental, o LGRQ foi pioneiro em Minas Gerais e realiza a gestão, destinando de forma correta estes resíduos. Com esse intuito, o LGRQ recolhe, segrega e trata os resíduos utilizando os métodos de precipitação química, neutralização, destilação, adsorção e quando o processo se torna dispendioso, este é destinado para uma empresa especializada para destinação ambientalmente correta. O LGRQ também desenvolve técnicas e equipamentos alternativos utilizando materiais recicláveis para o tratamento dos resíduos químicos com o intuito de reduzir os custos no

tratamento envolvendo água e energia elétrica. Além disso, o LGRQ recolhe nos laboratórios da Universidade reagentes químicos lacrados vencidos que passam a compor o banco de reagentes. Esses reagentes são armazenados temporariamente no entreposto do LGRQ e são redistribuídos a comunidade acadêmica atendendo a demandas de pesquisas e aulas práticas da Instituição. Assim, o LGRQ serve como modelo de gestão de resíduos para as demais Universidades do país e contribui significativamente com o sucesso do Plano Ambiental da UFLA, sendo na redução de custos para a Instituição, sendo na contribuição da responsabilidade social e ambiental por parte de uma Instituição de Ensino Superior.

## Referências

PAIVA, André Luiz; ALCÂNTARA, Valderí de Castro; BRITO, Mozart José; MAGRIOTIS, Zuy Maria; SACZK, Adelir Aparecida. **Universidade Sustentável: o caso do Programa de Gerenciamento de Resíduos Químicos da Universidade Federal de Lavras**. XIX SEMEAD – Seminários em Administração – FEA-USP, 2016.

SACZK, Adelir Aparecida; MAGRIOTIS, Zuy Maria.; MENDES, Antônio Nazareno Guimarães; CAMPOS, Cláudio Milton Montenegro; PINHO, Édila Vilela de Resende Von Pinho; OLIVEIRA, João Almir.; SILVA, Joaquim Paulo; PEREIRA, José Aldo Alves; SCOLFORO, José Roberto Soares; BARCANTE, Joziana Muniz de Paiva; BOTELHO, Soraya Alvarenga. **Eco Universidade: Plano Ambiental para uma universidade socioambientalmente correta**. In: Celi Teresinha Araldi Favassa; Jairo Marchesan; Maria Luiza Milani. (Org.). Água e desenvolvimento regional: análises e propostas tecnológicas para gestão das águas residuais no território do Alto do Uruguai Catarinense. 1ed. São Paulo: LiberArs, 2018, p. 139-152.

VOGEL, Arthur Israel.; **Química Analítica Qualitativa**, 5a. ed., Mestre Jou: São Paulo, 1981.

## Capítulo 17

# Potencial do reúso agrícola do lodo de Estação de Tratamento de Esgoto da UFLA

*Matheus de Sá Farias*

*Ronaldo Fia*



Matheus de Sá Farias

Mestrando do Programa de Pós-Graduação Recursos Hídricos (PPGRH/UFLA), no departamento de Recursos Hídricos e Saneamento (DRS), na linha de pesquisa em Saneamento Ambiental. Graduou-se em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Universidade Federal de Lavras (2018). Tem realizado estudos de sorção de poluentes utilizando carvão ativado e biocarvão gerados a partir de resíduos. Foi bolsista de Iniciação Científica no Núcleo de Engenharia Ambiental e Sanitária da UFLA por mais de três anos, realizando estudos nas áreas de Qualidade Ambiental, Saneamento Ambiental, Hidrologia e análise de séries temporais/espaciais. Foi bolsista do programa de Aprendizado Técnico, atuando junto à Diretoria de Meio Ambiente no monitoramento das Estações de Tratamento de Água e de Esgoto da UFLA. Foi operador de tratamento e bombeamento de água na ETA/UFLA e realiza consultorias ambientais no sul de Minas Gerais.



Ronaldo Fia

Graduado em Engenharia Agrícola e Ambiental pela Universidade Federal de Viçosa (2004). Doutor em Engenharia Agrícola (Recursos Hídricos e Ambientais) pela UFV (2008), Atualmente é Professor Associado do Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras. Tem experiência na área de Engenharia Agrícola e Engenharia Ambiental e Sanitária, atuando em cursos de graduação e nos Programas de Pós-Graduação em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas e Tecnologias e Inovações Ambientais nos seguintes temas: Qualidade de água; Tratamento de águas residuárias e resíduos sólidos agroindustriais e domésticos.

## Introdução

Lodos de esgoto são resíduos intrínsecos dos processos de tratamento de águas residuárias e devem receber tratamento e destinação adequados, visto que, podem conter elementos químicos e agentes patogênicos danosos à saúde e ao ambiente (Brasil, 2010; Nogueira et al., 2010; Plachá et al., 2008).

Embora a disposição do lodo de esgoto doméstico seja realizada, em geral, em aterros sanitários, a sua aplicação agrícola é apontada como uma excelente alternativa de disposição, representando uma opção que alia vantagens ambientais e econômicas. Por constituir fonte de matéria orgânica e nutrientes para as plantas, pode trazer benefícios para a agricultura, após receber tratamento adequado (Tamanini et al., 2008; Pedroza et al., 2006; Costa et al., 2014). Dessa forma, a caracterização adequada é o passo inicial para a busca de soluções vantajosas e seguras para utilizar o lodo, reintegrando um produto de descarte ao ciclo produtivo (Andreoli; Von Sperling; Fernandes, 2014).

Diante do conhecimento do aumento da população de frequentadores da Universidade Federal de Lavras (UFLA), pelo processo crescente de expansão de novos cursos e do quadro de docentes e técnicos administrativos; da expansão da rede coletora de esgoto destinada à estação de tratamento de esgotos da UFLA (ETE-UFLA); e da necessidade de realizar estudos sobre quantificação e caracterização do lodo gerado pela instituição, faz-se necessária a realização de pesquisas e proposição de destinação do lodo de esgoto gerado na ETE-UFLA.

Neste capítulo, objetivou-se apresentar um estudo sobre potencial reúso agrícola do lodo gerado em uma Estação de Tratamento de Esgoto de um *campus* universitário. Dessa forma, foi estimada a massa seca do lodo presente nos reatores anaeróbios de fluxo ascendente (UASB) da ETE-UFLA, bem como a sua caracterização física, química e microbiológica, e avaliação do potencial para uso agrícola, segundo critérios estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 375 (Brasil, 2006).

## Material e Métodos

O lodo utilizado neste estudo foi proveniente da ETE-UFLA, projetada para tratar o efluente gerado na própria instituição, tais como sanitários, restaurante universitário (após passagem por flutador), cantinas, laboratórios (sem resíduos químicos) e outros. Os esgotos gerados na UFLA são direcionados por gravidade para duas estações elevatórias, de onde são bombeados para a ETE.

O sistema de tratamento de efluentes implantado na ETE é composto pelas unidades, operantes atualmente, de gradeamentos grosseiro e fino, medidor de vazão tipo Calha Parshall (entrada), caixa separadora de gordura, elevatória interna, duas caixas distribuidoras de vazão, seis reatores anaeróbios de manta de lodo (UASB), seguidos de seis filtros biológicos aerados submersos (FBAS), quatro filtros rápidos de areia descendentes (FRD), clorador e unidade de tratamento por radiação ultravioleta, e medidor de vazão tipo Calha Parshall (saída).

Inicialmente, foram obtidas amostras de lodo de cada um dos cinco pontos de amostragem de cada reator UASB para determinação do perfil de sólidos totais voláteis (STV), por gravimetria, e avaliar a massa seca em cada reator (Figura 1). Tendo-se o diâmetro do reator (3,8 m), foi possível determinar a área circular do reator UASB e, tendo as alturas dos pontos de amostragem, o volume de lodo.



A partir do monitoramento da vazão de novembro de 2017 a março de 2018, obtida junto aos técnicos da ETE-UFLA, e da concentração de DQO do esgoto de entrada da ETE do mesmo período, obtido junto à Diretoria de Meio Ambiente da UFLA, foi possível estimar a Carga Orgânica volumétrica (COV) e a Carga Orgânica Biológica (COB) aplicada aos reatores UASB.

A partir dos dados de monitoramento da ETE, calcula-se que ela recebe uma vazão média diária de efluente de aproximadamente  $135 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$  e DQO média diária equivalente a  $981 \text{ mg L}^{-1}$ , em um dia normal de aula. Sabendo que cada reator UASB possui capacidade volumétrica de  $150 \text{ m}^3$ , a Carga Orgânica Volumétrica (COV) em cada unidade é de cerca de  $0,147 \text{ kg m}^{-3} \text{ d}^{-1}$  de DQO, o que pode ser considerada baixa.

Figura 1 – Identificação dos seis reatores UASB instalados na ETE-UFLA.



Fonte: Os autores (2018).

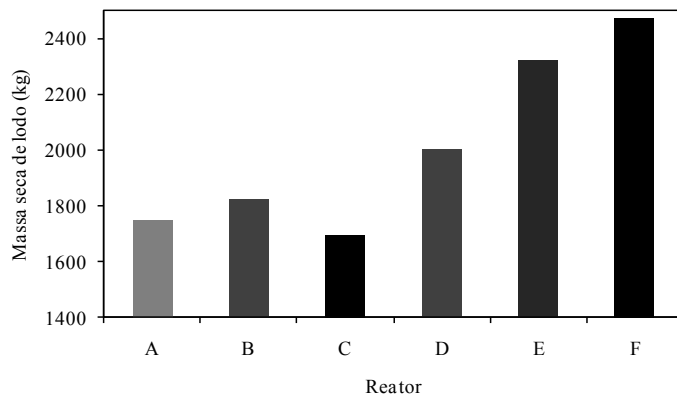
Posteriormente, foram coletados vinte litros de lodo pelo ponto de amostragem inferior de cada UASB, sendo o conteúdo homogeneizado e deixado para secagem à sombra por dois meses, com acompanhamento semanal do teor de água do material.

Após alcançar umidade inferior a 60%, foi efetuada a caracterização do lodo quanto a pH, em extrato lodo: água, na relação 1:2,5 (m/v), por potenciometria; nitrogênio total kjeldahl (NTK), método semimicro Kjeldahl; carbono orgânico total (COT), por oxidação química a quente; matéria orgânica (MO), multiplicando o teor de COT por 1,724; coliformes totais (cT) e termotolerantes (cTer), pelo método dos tubos múltiplos; substâncias inorgânicas (Cd, Pb, Cu, Cr, Ni, Zn, Na, Fe, Al) e fertilidade (P, Ca, S, Mg, K, Mn) (EMBRAPA, 2011).

## Resultados e Discussão

Estão apresentados na Figura 2 e Tabela 1 a estimativa de massa seca de lodo por reator UASB e a caracterização do material após 49 dias de secagem, respectivamente.

Figura 2 – Massa seca total de lodo nos reatores UASB da ETE-UFLA.



Fonte: Os autores (2018).

Tabela 1 - Valores médios das características do lodo de esgoto dos reatores UASB da ETE-UFLA após 49 dias de secagem.

| Variável                                     | Resultado            | Variável                  | Resultado | CMP*    |
|--|----------------------|---------------------------|-----------|---------|
| Umidade (%)                                  | 54,40                | K (g kg <sup>-1</sup> )   | 4,98      | -       |
| pH (1:2,5)                                   | 3,60                 | Mn (g kg <sup>-1</sup> )  | 0,15      | -       |
| MO (g kg <sup>-1</sup> )                     | 8,48                 | Na (mg kg <sup>-1</sup> ) | 262,00    | -       |
| P (g kg <sup>-1</sup> )                      | 6,10                 | Fe (mg kg <sup>-1</sup> ) | 60.892,00 | -       |
| NTK (g kg <sup>-1</sup> )                    | 11,72                | Al (mg kg <sup>-1</sup> ) | 47.986,00 | -       |
| ST (g kg <sup>-1</sup> )                     | 470,30               | Cd (mg kg <sup>-1</sup> ) | 4,70      | 39,00   |
| STV (g kg <sup>-1</sup> )                    | 290,80               | Pb (mg kg <sup>-1</sup> ) | 44,20     | 300,00  |
| cT (NMP g <sup>-1</sup> ST <sup>-1</sup> )   | 2,77x10 <sup>5</sup> | Cu (mg kg <sup>-1</sup> ) | 323,00    | 1500,00 |
| cTer (NMP g <sup>-1</sup> ST <sup>-1</sup> ) | 1,04x10 <sup>4</sup> | Cr (mg kg <sup>-1</sup> ) | 508,30    | 1000,00 |
| Ca (g kg <sup>-1</sup> )                     | 12,85                | Ni (mg kg <sup>-1</sup> ) | 63,50     | 420,00  |
| S (g kg <sup>-1</sup> )                      | 20,31                | Zn (mg kg <sup>-1</sup> ) | 482,20    | 2800,00 |
| Mg (g kg <sup>-1</sup> )                     | 3,31                 |                           |           |         |

\* CMP: Concentração Máxima Permitida no lodo de esgoto, para uso agrícola, segundo a Res. 375/2006.

Fonte: Os autores (2018).

Os resultados indicaram que o lodo do reator UASB é estável pela razão STV/ST. Os valores mínimo, médio e máximo da razão STV/ST foram, respectivamente, 0,57, 0,64 e 0,75. Além disso, estima-se que há cerca de 12 toneladas de massa seca de lodo nos reatores UASB, conforme observa-se na Figura 2, dos quais pode-se remover parte. A diferença de massa entre os reatores pode ser explicada por descargas de lodos para realização de estudos e partida em sistemas.

A relação entre STV e ST dá uma boa indicação da fração orgânica dos sólidos no lodo, bem como do nível de digestão do lodo. Em lodos digeridos como do reator UASB a razão STV/ST situa-se entre 0,60 e 0,65 (Andreoli; Von Sperling; Fernandes, 2014). Segundo a Resolução CONAMA n° 375 (Brasil, 2006), para fins de utilização agrícola, o lodo de esgoto será considerado estável se a relação entre STV e ST for inferior a 0,70.

Assim como para o solo, o pH do lodo é um importante indicador das suas condições químicas, por possuir capacidade de interferir na disposição de vários elementos químicos essenciais ao desenvolvimento vegetal. O pH muito ácido (abaixo de 4,5), tal como observado para o lodo, pode resultar em dissolução de elementos como ferro, alumínio e manganês em proporções tais que podem se tornar tóxicos. Da mesma forma, para pH muito elevado, acima de 8, os mesmos elementos se tornam menos assimiláveis às culturas, podendo interferir no seu desempenho (Brady, 1983). Dessa forma, se faz necessário o monitoramento do pH do solo após a aplicação do lodo.

Com base no resultado para cTer e considerando a Resolução CONAMA n° 375 (BRASIL, 2006), o lodo pode ser classificado como pertencente à classe B, havendo a necessidade de receber tratamento para redução de patógenos (cTer) visando a sua utilização agrícola.

O resultado para análises de fertilidade do lodo indicam que o material é rico em nutrientes. Segundo Bettiol e Camargo (2006), a utilização do lodo de esgoto em solos agrícolas traz como principais benefícios a incorporação de macronutrientes (nitrogênio e fósforo) e micronutrientes (zinco, cobre, ferro, manganês e molibdênio).

As concentrações das substâncias inorgânicas avaliadas no lodo (Cd, Pb, Cu, Cr, Ni e Zn) apresentaram-se relativamente baixas, quando comparadas às concentrações máximas permitidas pela Resolução CONAMA n° 375 (BRASIL, 2006), corroborando com o obtido por Bonini, Alvez e Montanari (2015). No entanto, deve-se verificar a toxicidade às plantas.

Segundo Matos (2014), é preciso conhecer a composição do solo, para calcular as quantidades adequadas a serem incorporadas, sem correr o risco de provocar toxidez às plantas, e em certas situações os animais e as pessoas, como também não poluir o ambiente.

As baixas concentrações de metais pesados no lodo podem ser justificadas pelo tipo de esgoto tratado, basicamente sanitário. O maior risco de contaminação do esgoto poderia ser em função dos laboratórios, mas devido às políticas de descarte de resíduos químicos adotadas na UFLA, pela Diretoria de Meio Ambiente (DMA), esse tipo de contribuição é proibida.

O reuso agrícola resulta em economia quanto à disposição final e agrega valor ao resíduo, podendo ser utilizado como fertilizante orgânico na agricultura e na recuperação de áreas degradadas e reflorestamento, inclusive da própria UFLA, seguindo as diretrizes da Resolução CONAMA 375 (BRASIL, 2006).

## **Conclusão**

Os resultados obtidos foram comparados com a Resolução CONAMA 375/2006 e pode-se constatar que o lodo da ETE-UFLA apresenta alto potencial agrônomico, rico em nutrientes e matéria orgânica, e concentração de substâncias inorgânicas dentro dos limites para uso agrícola. Entretanto, há necessidade de reduzir a quantidade de patógenos, sendo a caleação ou a compostagem, alternativas viáveis.

## Referências

- ANDREOLI, C. V.; VON SPERLING, M.; FERNANDES, F. (Ed.). **Lodo de esgotos: tratamento e disposição final**. 2. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2014. 444 p. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias; v. 6).
- BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A. A disposição de LE em solo agrícola. In: BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A., (eds.). **LE: Impactos ambientais na agricultura**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, p. 25-35, 2006.
- BONINI, C. S. B.; ALVES, M. C.; MONTANARI, R. Lodo de esgoto e adubação mineral na recuperação de atributos químicos de solo degradado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 4, p. 388-393, 2015.
- BRADY, N. C. **Natureza e Propriedades dos Solos**. 6. ed. Rio de Janeiro: Ed. Biblioteca Universitária Freitas Bastos, 647 p., 1983.
- BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm)>. Acesso em: 10 jul. 2019.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução Nº 375, de 29 de agosto de 2006**. Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados. Brasília. Diário Oficial da União, n. 167, p. 141-146.
- COSTA, V. L.; MARIA, I. C.; CAMARGO, O. A.; GREGO, C. R.; MELO, L. C. A. Distribuição espacial de fósforo em Latossolo tratado com lodo de esgoto e adubação mineral. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n. 3, p. 287-293, 2014.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de Métodos de Análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 230 p., 2011.
- MATOS, A. T. Tratamento e aproveitamento agrícola de resíduos sólidos. 1. ed. Viçosa: UFV, 241p., 2014.
- NOGUEIRA, T.A.R.; MELO, W.J.; FONSECA, I.M.; MARQUES, M.O. & HE, Z. Barium uptake by maize plants as affected by sewage sludge in a long-term field study. **J. Hazard. Mater**, v. 181, n. 1, p. 1148-1157, 2010.
- PEDROZA, J.P.; HAANDEL, A.C.; BELTRÃO, N.E.M.; DIONÍSIO, J.A.; DUARTE, M.E.M. Qualidade tecnológica da pluma do algodoeiro herbáceo cultivado com biossólidos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, n. 3, p. 586-592, 2006.
- PLACHÁ, I.; VENDGLOVSKY, J.; MAKOVA, Z.; MARTINEZ, J. The elimination of Salmonella typhimurium in sewage sludge by aerobic mesophilic stabilization and lime hydrated stabilization. **Bioresource Technology**, v. 99, n. 10, p. 4269-4274, 2008.
- TAMANINI, C.R.; MOTTA, A.C.V.; ANDREOLI, C.V.; DOETZER, B.H. Land reclamation recovery with the sewage sludge use. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 51, n. 4, p. 643-655, 2008.



**Capítulo 18**

**Áreas Verdes em Universidades:  
Programa UFSJ +verde**

*Gustavo Henrique Almeida*



### Gustavo Henrique Almeida

Possui graduação bacharelado e licenciatura em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de São João del-Rei UFSJ (2012) e mestrado em Bioengenharia, pela Universidade Federal de São João del-Rei (2014). Atualmente é servidor técnico-administrativo na UFSJ. É coordenador do Programa de Gerenciamento de Resíduos da UFSJ. Tem experiência na área de Meio Ambiente, atuando principalmente nos seguintes temas: gerenciamento de resíduos de laboratórios, coleta seletiva e gestão ambiental.

## Introdução

Na arborização os aspectos de composição, estrutura e distribuição das plantas arbóreas estão relacionados a sustentabilidade urbana, sendo que a ampliação de espaços arborizados apresenta-se como uma estratégia eficaz da mitigação de efeitos climáticos Ferrini (2020). No ambiente urbano a arborização está inserida nas áreas verdes que compoem a vegetação das cidades podendo propiciar a formação de corredores ecológicos, por meio do plantio de espécies nativas, ornamentais, madeiras e frutíferas e ainda prover alimento para as aves Cassol (2002).

De acordo com Gonçalves e Paiva (2004) as árvores atuam como elemento vegetal estruturador e referencial do ambiente, controle de temperatura, mitigação da poluição do ar, manutenção do ciclo hidrológico, controle de ruídos, e auxílio na ventilação e do lazer ativo e passivo, da recreação e do embelezamento paisagístico. Possui ainda muitas finalidades no espaço urbano, gerando uma série de benefícios que colaboram não só com a qualidade do meio ambiente nas cidades, mas também com a saúde física e mental da comunidade (Ritcher et al., 2012)

Segundo Lorenzi (2002) as árvores podem ser cultivadas para diversos fins em diferentes espaços físicos, conforme o local em que são plantadas e o uso que delas é feito, como sobreameamento, ornamental, quebravento, extrativismo de frutíferas, sementes, madeiras, e princípios aromáticos e medicinais.

Os *campi* da Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ) apresentam espaços propícios para arborização, que consoantes ao planejamento e a execução de ações para plantio de árvores, através do Programa UFSJ +verde, possibilitam a ampliação e consolidação de novas áreas verdes na Universidade. Assim como, por conseguinte contribui para o enriquecimento arbóreo nos municípios sede das unidades educacionais. Essas áreas verdes objetivam a integração da arborização com os espaços físicos construídos, bem como, das projeções futuras, de uso e ocupação do solo nos *campi* da UFSJ.

Esse capítulo, apresenta uma prática de arborização com intuito de ampliação das áreas verdes em um *campus* universitário. São apresentadas as etapas de planejamento e execução em curso das ações de plantio de árvores.

## Programa UFSJ +verde

O Programa UFSJ +verde objetiva a execução do plantio de árvores inicialmente no *Campus* Dom Bosco da UFSJ, localizado em área urbana do município de São João del-Rei (MG). O *Campus* Dom Bosco apresenta uma área de 12 hectares e está inserido no bioma Mata Atlântica. O clima predominante no município de São João del-Rei é o tropical de altitude (Cwa), conforme classificação climática de Köppen e Geiger.

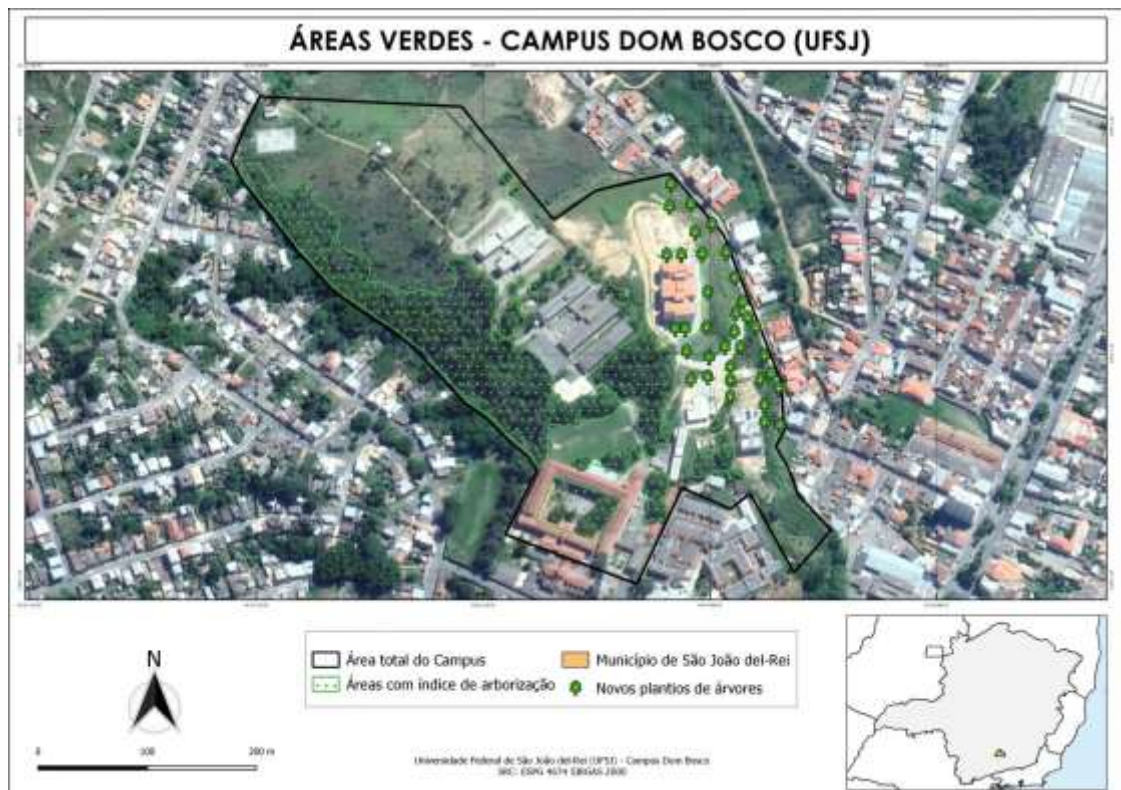
O plantio é realizado de conforme as seguintes etapas de trabalho: (i) definição das áreas propícias para arborização: nessa etapa são avaliadas as questões técnicas biológicas, físicas e locais; (ii) seleção das mudas de espécies para o plantio, das quais são priorizadas espécies nativas; (iii) definição do período de plantio, compreendido entre as estações chuvosas (primavera e verão); (iv) manejo e monitoramento da sobrevida das mudas.

Figura 1. Identidade visual do Projeto UFSJ +verde



No planejamento dos locais para plantio de árvores é indicada a avaliação do uso e ocupação do solo, realizado por meio do mapeamento de caracterização ambiental de cada *Campus*. O mapeamento possibilita realizar o dimensionamento e delimitação de novas áreas propícias para arborização, bem como, demais elementos de representação espacial. O mapa (Figura 2) de uso e ocupação do solo pelas árvores foi elaborado no software Qgis.

Figura 2. Mapa de localização dos locais de plantio de árvores no *Campus* Dom Bosco





Na seleção das espécies (tabela 1) para o plantio são considerados os aspectos relacionados a características biológicas e físicas das árvores, o porte da árvore, taxa de crescimento e tipo de copa. Assim como, é indicado avaliar as exigências de desenvolvimento das espécies a serem selecionadas, relacionadas ao clima, umidade e solo.

Tabela 1 - Lista de espécies selecionadas para o plantio

| Nome popular      | espécie                    | família        | porte <sup>1</sup> | crescimento <sup>2</sup> | tipo de copa |
|-------------------|----------------------------|----------------|--------------------|--------------------------|--------------|
| Acacia imperial   | Cassia fistula             | Fabaceae       | M                  | R                        | elíptica     |
| Amoreira          | Morus nigra                | Moraceae       | P                  | R                        | informal     |
| Angico amarelo    | Anadenanthera colubrina    | Mimosaceae     | G                  | R                        | informal     |
| Angico vermelho   | Anadenanthera macrocarpa   | Mimosaceae     | G                  | R                        | ovoíde       |
| Aroeira salsa     | Schinus molle              | Anarcardiaceae | P                  | R                        | informal     |
| Calistemon        | Calliatemon citrinus       | Myrtaceae      | P                  | R                        | cilíndrica   |
| Cutieira          | Joannesia princeps         | Euphorbiaceae  | G                  | R                        | informal     |
| Fruta do conde    | Annona squamosa            | Annonaceae     | P                  | M                        | informal     |
| Ingá              | Inga vera                  | Fabaceae       | G                  | M                        | umbeliforme  |
| Ipê branco        | Tabebuia roseoalba         | Bignoniaceae   | M                  | R                        | informal     |
| Ipê rosa          | Tabebuia heptaphyla        | Bignoniaceae   | G                  | M                        | informal     |
| Jacarandá mimoso  | Jacaranda mimosifolia      | Bignoniaceae   | G                  | L                        | ovoíde       |
| Jambo             | Eugenia sp                 | Myrtaceae      | M                  | M                        | ovoíde       |
| Jatobá            | Hymenaea courbaril         | Fabaceae       | G                  | R                        | informal     |
| Palmeira imperial | Roystonea oleracea         | Arecaceae      | G                  | M                        | esférica     |
| Pata de vaca      | Bauhinia variegata         | Fabaceae       | P                  | R                        | umbeliforme  |
| Pau doce          | Vochysia tucanorum         | Vochysiaceae   | M                  | L                        | globosa      |
| Sibipiruna        | Caesalpinia peltophoroides | Fabaceae       | G                  | M                        | informal     |
| Tamarindo         | Tamarindus indica          | Fabaceae       | G                  | M                        | informal     |

<sup>1</sup> (P = pequeno porte; M= médio porte; G=grande porte), <sup>2</sup> (R= rápido crescimento; M= moderado crescimento; L= lento crescimento)

Figura 3. Etapa de plantio de árvores no Campus Dom Bosco da UFSJ



Por certo, a ampliação das áreas verdes através do plantio de novas árvores poderá propiciar, além do aumento da cobertura vegetal e demais benefícios oriundos da arborização, o desenvolvimento de ações de educação ambiental relacionadas ao Programa UFSJ +verde no *Campus Dom Bosco*. Outrossim, possibilita a melhoria de indicadores de sustentabilidade ambiental da UFSJ consoantes ao *GreenMetric World University Ranking*.

## Referências

CEMIG, Companhia de Energia de Minas Gerais. **Manual de Arborização Urbana**. Belo Horizonte, 2012.

CASSOL, L. F. Estudo das características e problemas da arborização urbana na região central de Santa Maria, RS. Santa Maria: UFSM, 2002.

FERRINI, Francesco; FINI, Alessio; MORI, Jacopo; GORI, Antonella. **Role of Vegetation as a Mitigating Factor in the Urban Context**. Sustainability. 2020, 12, 4247. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/10/4247>. Acesso em 10 de agosto de 2020.

LORENZI, H. Árvores Brasileiras – Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil. 4. ed. Nova Odessa: Plantarum, 2002.

GONÇALVES, Wantuelfer; PAIVA, Harodo Nogueira. **Árvores para o ambiente urbano**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2004.

# Capítulo 19

## Indicadores da Floresta Urbana da UFSCar e Propostas para Requalificação dos Espaços Livres

Jackson de Sousa

Gabriela Strozzi

Lucas Dias Sanglade

Marcelo Nívert Schlindwein

Roberta Sanches

Raquel Stucchi Boschi

Cobertura de copa UFSCar São Carlos

Cobertura arbórea/ arbustiva      Perímetro da área construída

Projeção: UTM\_Fuso23S

Datum: WGS\_1984

Org: SOUSA, J. (2019)



### Jackson de Souza

Bacharel em Gestão e Análise Ambiental (2019), graduado pela Universidade Federal de São Carlos. Estagiou na Secretaria de Gestão Ambiental e Sustentabilidade do *campus* durante o ano de 2019, onde também participou do projeto de extensão “Revegeta: Recomposição de paisagens urbanas com vegetação nativa”. Em 2017, participou como bolsista no projeto de extensão “Os Frutos da Estação: Divulgação de flora, fauna e ambiente do Cerrado da Estação Ecológica e da Estação Experimental de Itirapina” desenvolvido pelo Depto. de Engenharia Civil, da UFSCar. Atualmente (2020) trabalha como Monitor Ambiental, auxiliando na gestão do Parque Estadual de Vassununga, na elaboração e acompanhamento dos programas e projetos previstos no Plano de Manejo e, desenvolvendo projetos de Educação Ambiental com a comunidade externa. E-mail: [jkckskn@gmail.com](mailto:jkckskn@gmail.com)



### Gabriela Strozzi

Possui graduação em Engenharia Agrônoma (2010) pela Universidade Brasil, Pós-Graduação em Gestão Ambiental e Sustentabilidade (2013) pela UNINTER, mestrado (2014) e doutorado (2018) em Ciências com área de concentração em Produtividade e Qualidade Animal, pela USP. Atualmente, é Técnica em Agropecuária na, UFSCar, Secretaria de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, atuando na produção de mudas florestais, manejo das áreas verdes do *campus*, gestão ambiental e arborização urbana. E-mail: [gabistrou@hotmail.com](mailto:gabistrou@hotmail.com)



#### Lucas Dias Sanglade

Graduado em Agronomia pela Universidade Estadual de Londrina – UEL, mestre em Agricultura e Ambiente pela Universidade Federal de São Carlos – UFSCar com experiência em projetos ambientais na Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica. Atualmente é doutorando pelo Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais pela UFSCar, trabalhando principalmente com restauração ecológica, botânica e ecologia vegetal. Foi membro do grupo técnico-científico do Pacto pela Restauração da Mata Atlântica ([www.pactomataatlantica.org.br](http://www.pactomataatlantica.org.br)) (2013-2014). Proprietário de um remanescente de Floresta Estacional Semidecidual no município de São Pedro, SP. E-mail: [sangladelucas@gmail.com](mailto:sangladelucas@gmail.com)



#### Marcelo Nivert Schlindwein

Bacharel em Ciências Biológicas pela UFSC (1987), mestrado (1991) e doutorado (1996) em Ciências Biológicas (Zoologia) pela UNESP (1991). Foi Professor de Juiz de Fora, UFLA, UNIMEP e UNIARA. Participou da elaboração do projeto e fez parte da Coordenação do Curso Especial Agronomia (UFSCar/INCRAPRONERA). Atualmente é Professor Associado I da UFSCar, orientando no Programa de Mestrado em Conservação de Fauna (UFSCar/Fundação Zoológico de São Paulo) e no Programa de Mestrado em Agroecologia e Desenvolvimento Rural. Atuou como assessor didático-científico dos cursos de Biologia na UEMT em projetos de Formação de Professores na área de Biologia. Tem experiência didática na área de Ecologia, Evolução e Zoologia, atuando nos seguintes temas: ecologia comportamental, agroecologia, etnoecologia e evolução do comportamento. Atualmente ocupa o cargo de Secretário de Gestão Ambiental e Sustentabilidade da UFSCar. Email: [mnivert@ufscar.br](mailto:mnivert@ufscar.br)



Roberta Sanches

Graduação em Administração (2005), pós-graduação em Gerenciamento Ambiental (2007), ambas pela UNICEP, além de mestrado (2011) e doutorado (2016) em Ciências da Engenharia Ambiental pela USP. Desenvolve estudos na área de ciências ambiental, com temas relacionados à gestão ambiental pública e empresarial, com ênfase em licenciamento ambiental. Atualmente é Técnica Administrativa na Secretaria de Gestão Ambiental e Sustentabilidade - SGAS, UFSCar. Email: [admrosanches@yahoo.com.br](mailto:admrosanches@yahoo.com.br)



Raquel Stucchi Boschi

Graduada em Engenharia Agrônômica pela UFSCar, doutora em Engenharia Agrícola pela UNICAMP (2014), com pós-doutorado na Embrapa Informática (2015) e no Departamento de Ciências do Solo da USP/Esalq (2016-2017). Atualmente, é Engenheira Agrônoma pela Secretaria de Gestão Ambiental e Sustentabilidade – SGAS, UFSCar, trabalhando com produção de mudas florestais, restauração ecológica e gestão ambiental. As áreas de interesse incluem ciência do solo, restauração ecológica e modelagem numérica. E-mail: [raboschi@gmail.com](mailto:raboschi@gmail.com)

## Introdução

As áreas verdes urbanas, públicas ou privadas, são constituintes da infraestrutura verde de um local e são aliadas na melhoria das condições ambientais, térmicas e de qualidade de vida de uma população (Lee et al., 2008). Estas áreas são essenciais para a manutenção da qualidade de vida nos centros urbanos, com funções e benefícios à saúde humana e ao equilíbrio das dinâmicas socioambientais. Os serviços urbanos ecológicos são os benefícios mais reconhecidos, tais como retenção e filtro de água (LIVESLEY et al., 2014; BERLAND et al., 2017), conforto térmico (KONG et al., 2014; THOM et al., 2016), redução da poluição do ar (McPHERSON e SIMPSON, 2003), além dos benefícios paisagísticos e de saúde mental (BJÖRK et al., 2008, SCHALLENBERGER et al., 2010).

Nas Universidades, estudos têm mostrado uma relação positiva entre a presença de espaços verdes nos campi, assim como a percepção destes espaços, com a qualidade de vidas dos estudantes (FELSTEN, 2009; HIPP et al., 2016). Áreas verdes inseridas no contexto urbano, incentivam os estudantes a passarem mais tempo no *campus* e se socializarem, além de propiciar uma experiência agradável, reduzindo o nível de estresse. Em contrapartida, é comum a falta de planejamento na implantação e manutenção de áreas verdes em zonas urbanas (CASTRO et al., 2011; GAERTNER et al., 2017).

Um adequado planejamento deve considerar aspectos ecológicos (ROSALES et al., 2017) e, principalmente, o ser humano como parte deste sistema, sendo esta a única forma de se alcançar a sustentabilidade, tão discutida e passível de diversas interpretações. É sabido, por exemplo, que os principais fatores que limitam o uso destes espaços são a distância, aspectos relacionados a mobilidade e tamanho das áreas (GILES-CORTI et al., 2005; LEE et al., 2008; SCHIPPERIJN et al., 2010), o que deve ser considerado em qualquer planejamento.

Nesse contexto, as Universidades são ambientes heterogêneos, com características bastante próprias, dado que é um espaço voltado para educação e geração de conhecimento. No entanto, sob a perspectiva de macro escala, se assemelham a pequenos centros urbanos, uma vez que apresentam diferentes usos do solo e executam atividades que geram impactos ambientais significativos, tais como geração de resíduos químicos e sólidos, transporte, construções e consumo de energia e água (KLEIN-BANAI e THEIS, 2011; ABDELALIM et al., 2015). Sendo assim, possui interações constantes com o meio no qual está inserida, vivenciando a problemática do planejamento e manutenção das suas áreas verdes. Assim, a implantação de sistemas de gestão ambiental nas Universidades vem tomando espaço frente a necessidade de incorporação de princípios sustentáveis ao planejamento estratégico dessas instituições (TAUCHEN e BRANDLI, 2006; BERO et al., 2012; JORGE et al., 2015; LAUDER et al., 2015; LO-IACONO-FERREIRA et al., 2017; YOSHIDA et al., 2017; GREEN METRIC, 2020).

As discussões sobre como se tornar uma Universidade Verde têm sido frequentes e apontam para a importância da internalização de práticas ambientalmente adequadas e conscientes no contexto das Instituições de Ensino Superior (GREEN METRIC, 2020). Observa-se um movimento mundial rumo a implementação de ações para tornar as Universidades mais sustentáveis. Algumas das ações não exigem grande dispêndio de recursos financeiros, cabendo apenas compor os objetivos da política de gestão ambiental da Universidade, bem como seus interesses.

Tendo em vista a forma como a dinâmica dos espaços urbanos vem se desenhando na sociedade moderna, reavaliar aspectos associados ao seu planejamento se faz urgente,

incorporando a este os componentes ambientais, ecológico e humano, justificados por meio da gama de benefícios que áreas naturais comprovadamente proveem à paisagem urbana, contribuindo, também, para estimular a construção de uma nova consciência ambiental.

Neste contexto, ferramentas de geoprocessamento são importantes aliadas para avaliação dos espaços urbanos e naturais, pois permitem a organização objetiva e a visualização amplificada dos diversos componentes espaciais, bem como suas dinâmicas de uso e transformação. Com essa ferramenta é possível levantar diferentes variáveis espaciais relativas a dimensão, conectividade, uso do solo, configuração espacial e espaços verdes e, conseqüentemente, gerar métricas e índices que permitem avaliações sobre os diferentes espaços e suas dinâmicas e relações (ABUBAKAR, 2007; CONWAY et al., 2008; KLEIN-BANAI & THEIS, 2011; HAJRASOULIHA, 2017; GREEMETRICS, 2020), o que é essencial para os tomadores de decisão.

De acordo com Câmara (1995), a utilização dos Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) pode ser aplicada em diversas áreas do conhecimento, incluindo meio ambiente e urbanismo, produção de mapas, com o suporte para análises espaciais de fenômenos, e/ou como banco de dados geográficos, com funções de armazenamento e recuperação da informação espacial.

Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo analisar as áreas verdes e espaços livres do *campus* sede da UFSCar, a fim de ressignificar o ambiente urbano, com a proposição da recomposição da floresta urbana e da inclusão da escala humana de uso no planejamento institucional destes espaços.

## **Material e Métodos**

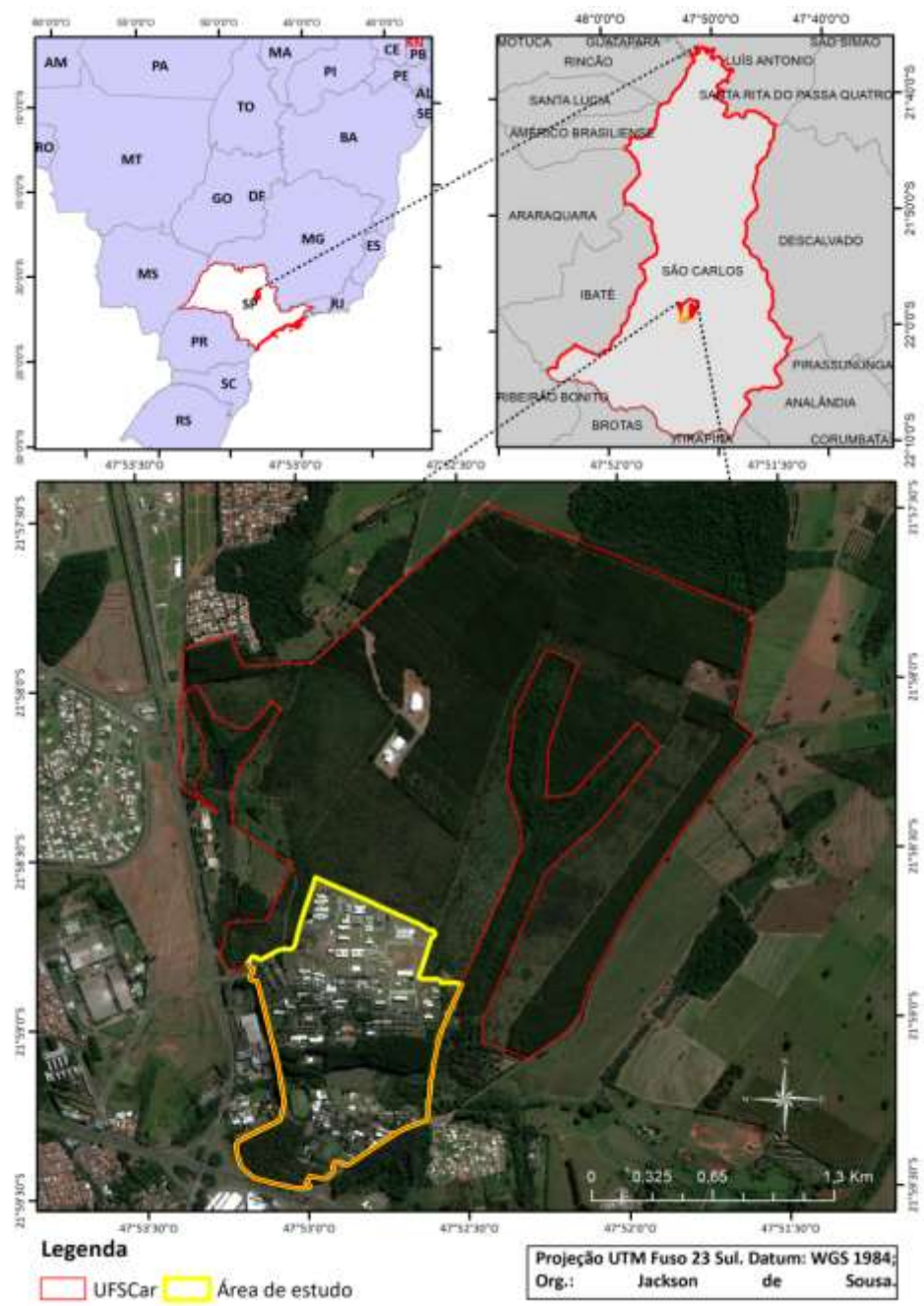
### **Área de estudo**

A Universidade Federal de São Carlos – UFSCar está localizada no município de São Carlos, no estado de São Paulo. Às margens da Rodovia Washington Luiz (km 235), foi fundada em 1968 e iniciou suas atividades em 1970.

A Universidade (*campus* sede) está instalada em uma área física de 645 ha e possui uma área construída de aproximadamente 187.000 m<sup>2</sup>. A área de estudo compreende os espaços verdes localizados na área construída da Universidade (Figura 1), excetuando-se os denominados maciços e área de preservação permanente.



Figura 1: Localização da área urbanizada (linha amarela) da Universidade Federal de São Carlos, no município de São Carlos – SP.



Fonte: O autor (2019).

Dois órgãos da Universidade atuam diretamente no planejamento das áreas verdes dos campi: o Departamento de Gestão de Áreas Verdes, Biodiversidade e Agroambientes – DeGABA, pertencente à Secretaria de Gestão Ambiental e Sustentabilidade – SGAS, e o Escritório de Desenvolvimento Físico – EDF. O DeGABA é responsável pela elaboração de novos licenciamentos, acompanhamento dos processos ambientais e compensações ambientais. Além disso, atua em vistorias, orientações e emissão de autorização para plantio, corte, poda, transplante e demais tratos culturais referentes às áreas verdes dos quatro campi (UFSCar, 2018). O EDF busca promover a melhor qualidade de uso e ocupação das áreas da UFSCar, coordenando as relações de ordem de acomodação física dos usuários dos campi, promovendo, dessa forma, o crescimento da UFSCar, em consonância com o Plano Diretor Institucional e o Zoneamento Ambiental Urbano da instituição. O EDF atua em parceria com a Prefeitura Universitária e a SGAS, de modo a adequar as intervenções no ambiente urbano (EDF, 2019).

### **Preparação dos mapas temáticos e cálculo de índices de vegetação**

Foram elaborados mapas temáticos das áreas verdes da UFSCar a partir de uma imagem RGB de alta resolução (0,50 m), obtida no mês de maio de 2017 pelo satélite GeoEye-1, concedida pela Digital Globe Inc. para o Projeto CNPq nº423778/2016-1, a partir da delimitação manual de polígonos para identificação das classes de cobertura do solo descritas a seguir: 1) Espaço livre arborizado (ELA): compreende toda cobertura de copa arbórea e arbustiva identificada na imagem de satélite; 2) Espaço livre herbáceo (ELH): espaços nos quais a cobertura de solo seja identificada como grama, inicialmente considerados como potenciais locais para plantio de árvores; 3) Espaço livre impermeável (ELI): corresponde a todas as áreas livres de construções, porém são impermeabilizadas e contribuem para o aumento do escoamento superficial da chuva e da sensação térmica dentro do *campus*; 4) Espaço construído (EC): se refere aos edifícios identificados na imagem.

Para criação das classes de cobertura do solo optou-se por conceitos de simples entendimento e de fácil reconhecimento visual em imagens de alta resolução, dos quais é possível extrair índices e análises que expressem a representatividade da vegetação no *campus*.

A análise dos espaços verdes foi feita a partir da aplicação do Índice de Floresta Urbana (IFU), proposto por Silva Filho et al. (2005), que relaciona os espaços livres, áreas verdes, cobertura arbórea, espaços construídos e impermeáveis (Equação 1). O IFU varia de 0 a 2, e é obtido a partir da somatória de duas variáveis: i) a proporção de espaço livre arborizado (ELA) e espaço livre impermeável (ELI), denominada PAI (Equação 2); e ii) a proporção de espaço livre arborizado (ELA) e espaço construído (EC), denominada PAC (Equação 3):

$$IFU = PAI + PAC \text{ (Equação 1)}$$

$$PAI = \frac{ELA}{(ELA+ELI)}$$

$$PAC = \frac{ELA}{(ELA + EC)} \text{ (Equação 3)}$$

Tanto o PAI quanto o PAC variam de 0 a 1, sendo que quanto mais próximo de 1 melhor o resultado.

A relação entre o espaço livre arborizado (ELA) e o espaço livre herbáceo (ELH) também foi calculada (PAV) (Equação 4). Valor de PAV próximo indica que os espaços de cobertura vegetal já estão tomados por árvores e arbustos, não havendo mais espaços livres herbáceos para serem ocupados para o plantio ou instalação de equipamentos urbanos.

$$PAV = \frac{ELA}{(ELA + ELH)} \text{ (Equação 4)}$$

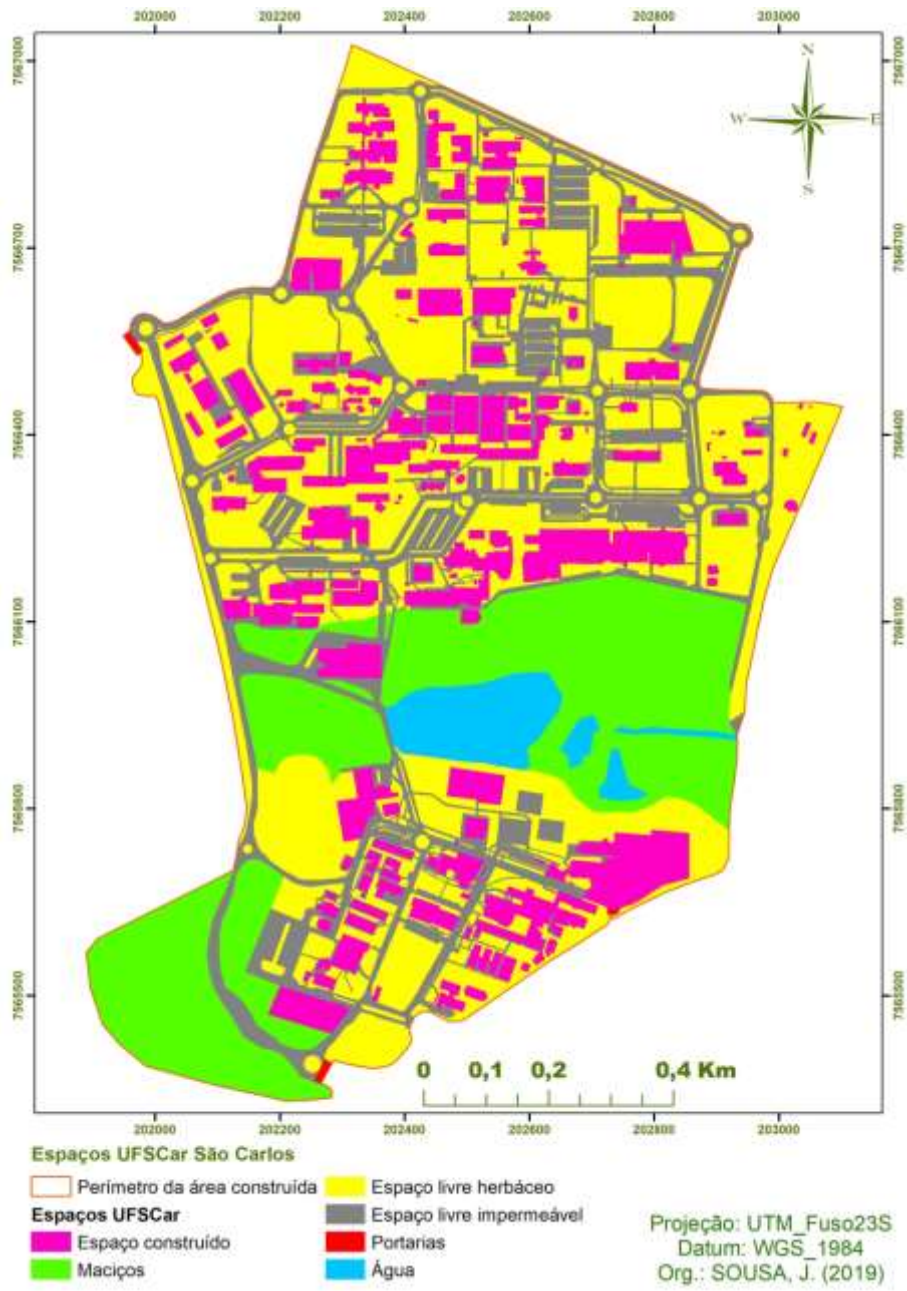
A análise dos espaços considerou a vegetação presente, as funções que desempenha (estética, ecológica ou social), os benefícios que oferece, o uso atual e o uso potencial e também as escalas média e pequena, propostas por Gehl (2013), para o planejamento das cidades. Estas escalas têm como objeto de planejamento a organização dos espaços construídos e públicos, além da dimensão da paisagem percebida por quem usa o espaço com frequência.

A última etapa da análise consistiu na apresentação de propostas baseadas em normas técnicas, considerando recursos humanos, tempo e custo de implantação. Os principais objetivos destas propostas são a recomposição e reconfiguração das áreas verdes, a fim de potencializar a oferta de serviços ambientais, em especial os culturais; proporcionar conforto e segurança às pessoas; melhorar os benefícios relacionadas a saúde e criar espaços agradáveis e convidativos às interações social e à ocupação do espaço público

## Resultados e Discussão

No intuito de ilustrar a área utilizada como objetivo deste estudo, na qual a avaliação deste trabalho foi conduzida, apresenta-se a Figura 2, que delimita as áreas da UFSCar em conformidade com a sua classificação de uso do solo, sendo essa imagem utilizada para avaliar os Espaços Livres Herbáceos, os Maciços Florestais e os Espaços Livres Impermeáveis e Espaço Construído, e a Figura 3, que representa os espaços sombreados do *campus* sede, utilizada na análise dos Espaços Livres Herbáceos e dos Espaços Livres Impermeáveis e Espaço Construído.

**Figura 2:** Mapa de classificação de uso do solo da UFSCar.



Fonte: O autor (2019).

Figura 3: Mapa de espaços sombreados da UFSCar.



Fonte: O autor (2019)

Com base nas análises procedidas da Figura 2 e da Figura 3 realizou-se uma avaliação dos espaços da UFSCar, sendo que o resultado obtido para cada uma das tipologias de espaços é descrito na sequência.

### Espaços livres herbáceos

Os espaços com maior representatividade foram os espaços livres herbáceos (30,7%), o que representa uma área de aproximadamente 30 m<sup>2</sup> por pessoa.

Estes espaços estão distribuídos por toda a extensão da Universidade, cobrindo o solo natural que não foi impermeabilizado pela construção de ruas, calçadas ou novas edificações. É possível observar que na área norte do *campus* (área de expansão) existe uma grande concentração de espaços livres herbáceos.

Os espaços livres herbáceos sombreados representam 32% das áreas sombreadas, o que corresponde a 11% da área total. Quando relacionamos esses valores à comunidade acadêmica, observa-se que existem 10,37 m<sup>2</sup> de grama sombreada por pessoa, porém muitos destes locais não possui estrutura mínima para permanência de pessoas.

Estas áreas correspondem a locais potenciais para implantação de mobiliários urbanos, a exemplo de bancos, bicicletários e cestos de lixo, propiciando estruturas que permitam o convívio social e ambiental, ressignificando o modo de urbanização e muitas das relações pessoas-ambiente.

### **Maciços Florestais**

Os maciços florestais foram a segunda categoria mais abundante (16%) e corresponde às áreas de floresta no *campus*, onde a vegetação predominante é exótica, composta principalmente pelas espécies pelo *Pinus elliottii* L. e *Eucalyptus* spp. Sabe-se que a introdução de espécies exóticas e invasoras é a segunda maior ameaça a biodiversidade (CONABIO, 2019), enquanto a primeira é a destruição de habitats, devido, principalmente, às modificações do espaço. Na UFSCar é possível observar a predominância desta vegetação em sua área construída, e até mesmo dentro dos fragmentos de vegetação nativa.

Os maciços florestais representam uma oportunidades de atuação do Plano de Arborização Urbana, no que se refere, principalmente, à suas funções ecológicas e sociais, pela remoção de espécies exóticas com potencial invasor e plantios de enriquecimento para a restauração da biodiversidade e trajetória ecológica da vegetação natural.

### **Espaços livres impermeáveis e espaço construído**

Os espaços livres impermeáveis representam 15,1% da área, e quando somados aos espaços construídos o valor é de 30% da área.

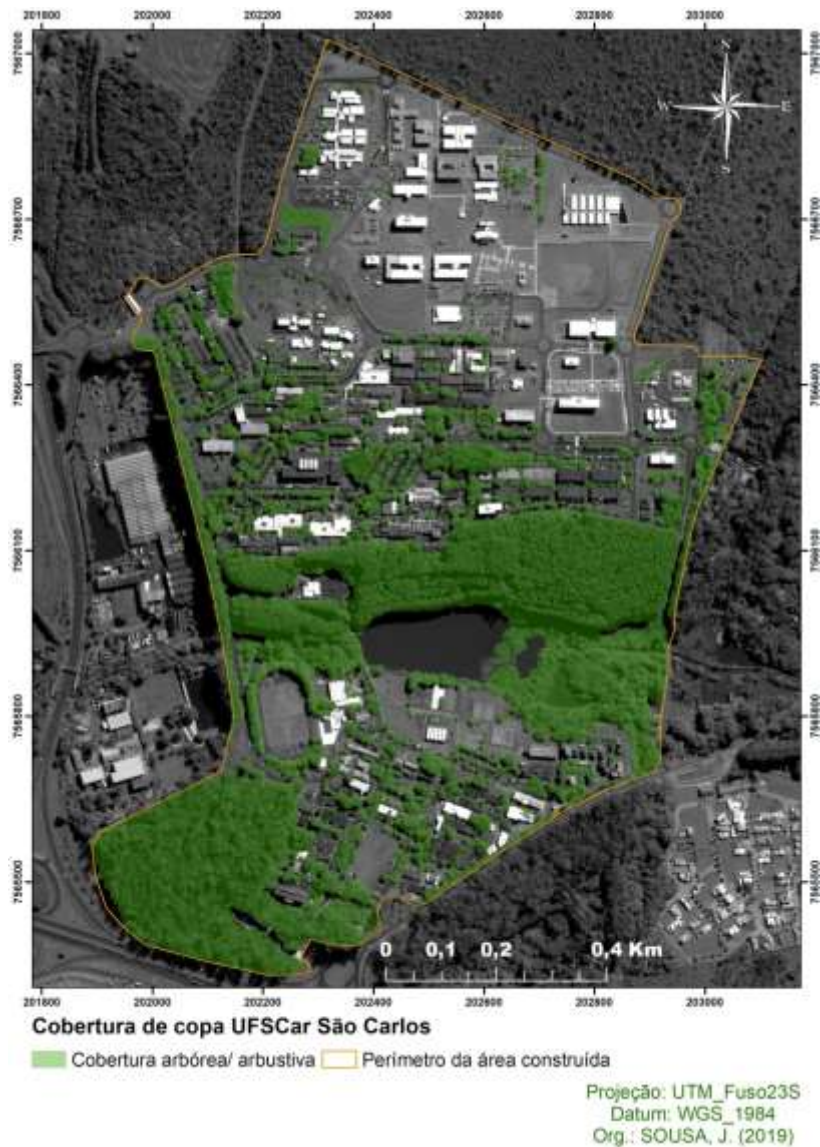
Os espaços livres impermeáveis sombreados representam apenas 4% da área total e 13% da área total sombreada. Ou seja, apenas 4% de toda a área de estudo possui árvores que atenuam a velocidade com que a água da chuva chega ao asfalto, a temperatura de sua superfície ou os ruídos de seu entorno. Poucas dessas áreas sombreadas estão no entorno das edificações e a maioria está na área sul do *campus*.

Com relação aos espaços construídos, os números indicam que apenas 0,05% das área total sombreada está próxima a esses espaços. A quantidade de vegetação nas proximidades de edificações gera conflitos de diferentes ordens, tais como entupimento de calhas com folhas, flores e sementes, bem como possíveis dano ao patrimônio (queda de galho ou do indivíduo). No entanto, são muitos os benefícios oferecidos, como por exemplo, redução no consumo de água e energia elétrica, bloqueio de ventos mais forte, atenuação de ruídos, purificação do ar e bem estar mental.

## Cobertura arbórea

Foram identificados 52 ha de espaços livres arborizados (ELA) cerca de 33% da área total, correspondente a espaços beneficiados por sombras oferecidas pelas copas das árvores (Figura 4). Este valor também corresponde ao Índice de Sombreamento Arbóreo, considerando a projeção da área de copa no solo.

Figura 4: Mapa de cobertura arbórea da UFSCar.



Fonte: O autor (2019).

A maior concentração de árvores ocorre na área sul da UFSCar, sendo que o processo de arborização da área norte encontra-se em implantação, o que demanda tempo para que as espécies se desenvolvam, atingindo uma estrutura capaz de oferecer espaços sombreados e demais serviços, conforme pode ser observado na Figura 4.

A maior parte das árvores plantadas na área norte da UFSCar se encontra nos estacionamentos para veículos automotores. A implantação dos estacionamentos de veículos fica a cargo do órgão responsável pela expansão do *campus*, que coordena as empresas contratadas para tal finalidade. Muitas vezes o plantio de árvores nestes locais é feito pela empresa contratada, que nem sempre leva em consideração aspectos importantes, tais como escolha de espécies nativas e conflitos com estruturas urbanas. Neste sentido, a SGAS vem trabalhando para coordenar as atividades ambientais no âmbito do planejamento e implantação de estruturas físicas, buscando evitar futuros conflitos. Cabe mencionar que a SGAS, por meio do DeGABA, tem o papel de cuidar da floresta urbana, orientando aspectos relacionados a arborização do *campus*, tais como novos plantios, remoção de árvores e podas.

Apesar de observar-se expressividade em termos de áreas verdes na UFSCar, essas são representadas principalmente por maciços florestais, compostos por Pinus e Eucalipto. Desconsiderando essas áreas, o ISA para a área urbanizada foi de 17% e a disponibilidade de áreas sombreadas por pessoa é de aproximadamente de 17 m<sup>2</sup>.

Um resumo dos valores observados é apresentado na Tabela 1.

Tabela 1: Área total e área sombreada dos espaços identificados na UFSCar, campus São Carlos.

| Classificação            | AT     | AT     | AS    | AS    |
|--------------------------|--------|--------|-------|-------|
|                          | (ha)   | (%)    | (ha)  | (%)   |
| Espaço construído        | 22.04  | 13.98  | 2.86  | 2%    |
| Maciços                  | 25.04  | 15.89  | 25.04 | 16%   |
| Espaço livre herbáceo    | 48.38  | 30.70  | 16.59 | 11%   |
| Espaço livre impermeável | 23.80  | 15.11  | 6.85  | 4%    |
| Corpo d'água             | 38.22  | 24.25  | 0.84  | 1%    |
| Portaria                 | 0.10   | 0.07   | 0.01  | 0.01% |
| Total                    | 157.58 | 100.00 | 52.19 | 33%   |

AT: área total; AS: área sombreada.

### **Índice de Floresta Urbana**

A área de maciço florestal (25 ha) não fará parte da análise deste trabalho, tampouco será área para implantação das propostas aqui presentes, sendo excluída, para cálculo dos índices, os valores sombreados proporcionados pelo maciço florestal. Para aplicação do índice de floresta urbana foi necessário o cálculo dos índices intermediários, PAI (0,53) e PAC (0,55).

No que se refere à proporção de espaço livre arborizado em relação ao espaço livre impermeável (PAI), a UFSCar apresentou um desempenho mediano (0,5253), indicando um certo equilíbrio entre essas áreas. Observando o mapa, é possível identificar diversos trechos de rua e áreas impermeáveis sombreadas, apresentando uma possibilidade de se propor trajetos estratégicos para a implantação de uma ciclorrota. No entanto, a predominância dessas áreas na região sul da área de estudo indica a necessidade



de estender este equilíbrio a toda extensão da Universidade, principalmente para a área de menor disponibilidade de vegetação e, conseqüentemente, dos benefícios associados – a área norte.

Atualmente, esses trajetos sombreados não são dotados de infraestruturas, e não há estímulos para a utilização pelos usuários pedestres e ciclistas. Os pedestres encontram dificuldades, como calçadas elevadas em relação ao nível da rua. Para as bicicletas não existe uma estrutura cicloviária segregada das áreas de estacionamento e circulação de veículos automotores, o que coloca em risco os usuários.

A passagem de fauna silvestre e possíveis atropelamentos na área interna do *campus*, motivaram a instalação de placas sinalizadoras nas áreas de travessia de fauna, solicitando a redução de velocidade. Estas sinalizações representam, além de mais segurança para os animais silvestres, a segurança de ciclistas e pedestres, além de oportunidades para a implantação de estruturas cicloviárias e práticas cotidianas de respeito e empatia, que possam atuar em sinergia na busca de melhores condições de convivência, entre carros e pessoas, e pessoas e ambiente.

Já no que se refere ao PAC, de proporção de espaços livres arborizados em relação aos espaços construídos, o desempenho da Universidade também se apresentou como intermediário (0,5439), indicando equilíbrio entre esses espaços. No entanto, observa-se a forma com que as construções se relacionam com a vegetação presente, no que se refere aos benefícios que a vegetação oferece, uma vez que poucas edificações são sombreadas por árvores.

Se considerarmos apenas quantidades, o equilíbrio é evidente, até mesmo pela existência de áreas naturais (maciços). No entanto, analisando as relações entre estes espaços (e pessoas), principalmente no que se refere a sua conectividade, distribuição e capacidade de atender ao maior número de pessoas, é essencial o planejamento e a busca de informações que favoreçam a potencialização dos benefícios associados.

Também é importante que conflitos existentes e futuros sejam verificados, de modo a construir alternativas que contornem barreiras à implantação de projetos, que como este, visam a melhoria do espaço, das condições ambientais e das relações pessoas-pessoas e pessoas-ambiente.

Dessa forma, o IFU, que representa a valorização da vegetação urbana ou não, para a UFSCar, demonstra-se mediano (1,08), representando, em muitos casos, um equilíbrio entre as áreas naturais com o espaço urbano. Mas quando analisamos a distribuição e composição destas áreas, este índice não reflete a realidade, favorecendo meios de transportes motorizados, que podem ser estacionados em áreas específicas e sombreadas, com espécies arbóreas exóticas ou invasoras

Lessi (2014) analisou a vegetação da área norte do *campus*, e a espécie mais utilizada é nativa da região, a Sibipiruna (*Cenostigma pluviosum* (DC.) E. Gagnon & G.P. Lewis). Neste estudo verificou-se que pelo menos 50% das árvores utilizadas são exóticas, dentre as quais 6 (seis) espécies possuem potencial invasor. Além disso, este trabalho recomenda a utilização de espécies nativas para arborização do *campus*, indicação atribuída às características de fácil adaptação dos exemplares nativos ao clima local, sendo esses mais resistentes a ataques de pragas e doenças.

O PAV apresentou um valor de 0,35, o que indica grande disponibilidade de espaços de grama para plantio de árvores, instalação de mobiliários urbanos ou implantação de estruturas (propostas, projetos) que potencializem os serviços ambientais provenientes das áreas verdes e vegetação urbana. São áreas livres para receber qualquer intervenção, no entanto, muitas estão previstas no Zoneamento Urbano Ambiental da

UFSCar (ZAU) (EDF,2020) como área de expansão futura, principal justificativa para a não autorização de plantio de novos indivíduos arbóreos no *campus*.

## Propostas

As propostas de arborização do *campus* da UFSCar de São Carlos baseiam-se nos mapas elaborados e na aplicação dos índices, bem como na vivência diária do espaço urbano da Universidade. Estas propostas visam a ressignificação do ambiente urbano em um contexto universitário, condizentes com o planejamento na escala humana de observação e experimentação do espaço. Além disso, propõe a inserção de elementos que favoreçam a implementação de outras práticas ambientalmente conscientes, necessárias para o alcance da sustentabilidade.

Plano de arborização. A elaboração de um Plano de Arborização Urbana é uma demanda comum de muitos centros urbanos, assim como para o *campus* São Carlos da UFSCar. Em sua estrutura devem estar presentes seus objetivos e diretrizes, para atender adequadamente às demandas da Universidade no que se refere às áreas verdes internas. Devem estar descritas as áreas para plantio de espécies arbóreas e ainda as áreas para implantação de outros espaços verdes, como jardins, canteiros e hortas, definidas de acordo com as necessidades e potencialidades de cada espaço..

Estas áreas, identificadas e descritas, recebem os elementos faltantes de acordo com os estudos já desenvolvidos, priorizando a utilização de espécies nativas, de preferência produzidas no viveiro do *campus*. No caso do ponto de ônibus em frente a BCo, por exemplo, poderiam ser plantadas espécies com formação de copa favorável a produção de sombra, que beneficiaria um grande número de pessoas em diferentes horas do dia.

Além disso, deve conter tópicos como “Manutenção e Substituição de Indivíduos Arbóreos”, com um protocolo descrevendo as atividades necessárias para realizar a manutenção adequada de indivíduos doentes, que necessitem podas ou substituição. Outro aspecto importante é a definição dos papéis de cada órgão nestas atividades, elencando os órgãos e suas responsabilidades no planejamento, execução e manutenção da arborização do *campus*. Além disso, devem ser estabelecidas as estratégias para alcance dos objetivos deste plano, bem como a indicação de parcerias para isso.

No município de São Carlos, o Decreto 216, datado de 5 de Junho de 2009, institui o Plano de Arborização Urbana municipal, considerando a arborização urbana um fator essencial para a manutenção da qualidade ambiental e de vida de sua população. Traz em seu texto os objetivos, conceitos abordados, diretrizes e responsabilidades na gestão deste importante aspecto, além de recomendações referentes ao plantio e manutenção destas áreas (BRASIL, 2009).

O Plano Estratégico da Gestão 2012-2016 da UFSCar não apresenta nenhum conteúdo que se relacione com a vegetação urbana, sua implantação ou manutenção. O Plano de Desenvolvimento Institucional – PDI (2013), apresenta algumas diretrizes para a promoção de um planejamento ambientalmente adequado de suas áreas edificadas, bem como do plantio e manejo da vegetação. Essas diretrizes poderiam facilmente ser atendidas com elaboração de um Plano de Arborização Urbana, de modo a potencializar os serviços ambientais, observando aspectos estruturais e de conservação da flora e fauna nativas.

Recomposição da vegetação. As rotatórias em um centro urbano possuem funções estéticas e ecológicas, se planejadas para este fim. As rotatórias presentes na área de

estudo possuem apenas a grama como cobertura do solo. Como forma de potencializar suas funções, principalmente ecológicas, sugere-se a recomposição da vegetação de cobertura, substituindo, total ou parcialmente, a atual grama utilizada por espécies nativas, de maior valor ecológico maior. Cabe ressaltar que esforços vêm sendo desempenhados para a produção de mudas nativas de Cerrado, dentro da SGAS, além de estudos direcionados a germinação e reprodução dessas espécies.

As espécies podem ser plantadas no centro das rotatórias, constituindo um maciço de ervas e arbustos com crescimento aproximado de 1 metro de altura, de modo a não atrapalhar a visão dos motoristas que circulam nas áreas.

Além disso, as rotatórias podem servir de área para implantação de projetos acadêmicos que visem, de alguma forma, a restauração dos serviços ecossistêmicos. Podem relacionar-se também com o bem-estar e qualidade de vida da comunidade, como a implantação de rotatórias com jardins temáticos, como por exemplo, com potencial medicinal, aromático, terapêutico e alimentício.

A recomendação geral é de que em todas elas haja uma faixa de 3 metros (a partir do perímetro externo) para circulação e passagem de pedestres e manutenções.

*Ciclorrota ou via ciclável.* A implantação de uma estrutura cicloviária é urgente, existindo estudos com rotas definidas, que interligam a UFSCar à USP e a outros pontos estratégicos do município de São Carlos. A proposta visa à adequação do espaço universitário para atender demandas de segurança e mudança de hábitos. É necessário a adequação da sinalização das vias para que se crie um ambiente propício a Gestão Ambiental no *campus*, no que se refere à mobilidade sustentável, uma das diretrizes para o Planejamento e Desenvolvimento Institucional.

A implantação da ciclorrota pode ser pensada iniciando-se no passeio localizado na área atrás da Reitoria, uma vez que esta via, além de não possuir grande circulação de veículos, possui um relevo que propicia a utilização de bicicletas. Todo o trajeto é sombreado e liga a portaria da área sul ao Restaurante Universitário (área central), passando por diversos departamentos e áreas naturais. Outro trajeto potencial segue o entorno do lago, por meio de uma trilha que dá acesso a área norte da Universidade, passando por duas ruas atualmente livres da circulação de carros, conforme evidenciam a Figura 5.

A instalação de placas de sinalização, e sinalização horizontal (na rua) cria condições minimamente favoráveis para incentivar a locomoção ativa por veículos não motorizados. Além disso, a redução dos limites de velocidade e sinalização da distância mínima (de 1,5 m) de ultrapassagem evita acidentes com ciclistas.

Na UFSCar, a implantação de uma ciclovia necessita apenas de materiais de sinalização (placas, tinta branca e moldes para a pintura no chão), mão de obra para instalação das placas e pintura das ruas, além de materiais de divulgação, informação e conscientização da comunidade universitária sobre redução da velocidade, distância mínima para ultrapassagem, necessidade de atenção no trânsito, objetivos da mobilidade sustentável e conceitos relacionados.

Figura 5. Proposta de ciclovia com linha em rosa destacando o principal trajeto conectando a área sul e área norte do *campus* sede da UFSCar.



Fonte: O autor (2019).

*Bancos*. Mobiliário urbano que possui a função de potencializar, principalmente, as funções sociais dos espaços livres e áreas verdes, fornecendo locais para descanso, lazer e socialização. Podem ser utilizadas para esse fim toras de madeiras provenientes da remoção de árvores e, que por não terem um uso definido, são descartadas junto aos resíduos de podas e varrição do *campus*. Como não há um padrão para este tipo de banco pode-se optar pela criação de mobiliários diferentes e dinâmicos, desde que atendendo aos requisitos mínimos definidos para essa tipologia de equipamento.

De acordo com a ABNT NBR 9050:2015, os mobiliários urbanos devem ser instalados atendendo aos princípios do desenho universal, conceito que propõe uma arquitetura e design voltado para o ser humano e sua diversidade, de modo a atender o maior número de usuários, independentemente de qualquer que seja sua condição ou característica. São sete os princípios: 1. Uso equitativo; 2. Uso flexível; 3. Uso simples e intuitivo; 4. Informação de fácil percepção; 5. Tolerância ao erro; 6. Baixo esforço físico; e 7. Dimensão e espaço para aproximação e uso.

## Conclusões

A UFSCar possui bons índices no que se refere à sua floresta urbana. No entanto, como observado nos mapas, a distribuição de sua vegetação é um aspecto muito importante a ser considerado no momento de planejamento, de modo beneficiar o maior número de pessoas pertencentes à comunidade interna e externa.

Existem poucas áreas sombreadas dotadas de mobiliários urbanos aproveitáveis, capazes de fornecer um espaço tranquilo, agradável, seguro e convidativo à comunidade acadêmica (e externa), se considerarmos toda a extensão da Universidade. Nota-se um número elevado de estacionamentos para veículos motorizados, dotados de vegetação que atenuam os índices térmicos, de ruídos, e até mesmo de poluição atmosférica, que beneficiam paralelamente os pedestres.

Faz-se necessária a implantação de áreas verdes de convívio, descanso e lazer requalificadas, pensadas para atender aos que utilizarão efetivamente estes espaços: a comunidade da UFSCar. No entanto, devem ser observados critérios técnicos, legislações e a demanda da comunidade, de modo a proporcionar espaços adequados a estas necessidades.

A implantação dessas estruturas é necessária para criar condições minimamente favoráveis e agradáveis para a circulação e permanência das pessoas no ambiente interno.

A elaboração de mapas que subsidiem a tomada de decisão e documentos que norteiem as atividades de planejamento, execução, manutenção e monitoramento é uma demanda clara. A elaboração de um Plano de Arborização Urbana, por exemplo, para a UFSCar teria o potencial de contribuir para as atividades propostas por este trabalho, bem como para as atividades dos responsáveis por cuidar destes aspectos no meio urbano.

## Referências

ABDELALIM, Aly; BRIEN, William O.; SHI, Zixiao. Visualization of Energy and Water Consumption and GHG Emissions: a case study of a Canadian University *Campus. Energy & Buildings*, 2015.

ABUBAKAR, Ismaila. Rimi. The Role of GIS in the Planning, Implementation and Management of University Environmental Management System: Case of KFUPM, Saudi Arabia. **2nd National GIS Symposium in Saudi Arabia**, p. 1–14. nov. 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9050**: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

BERLAND, Adam; SHIFLETT, Sheri A.; SHUSTER, William D.; GARMESTANI, Ahjond S.; GODDARD, Haynes C.; HERRMANN, Dustin L.; HOPTON, Matthew E. The role of trees in urban stormwater management. **Landscape and Urban Planning**, p. 167-177, jun. 2017.

BERO, Bridget N.; DOERRY, Eckehard; MIDDLETON, Ryan; MEINHARDT, Christian. Challenges in the development of environmental management systems on the modern university *campus*. **Development of International Journal of Sustainability in Higher Education**, v. 13, n. 2, p. 133–149, 2012.

BJÖRK, Mats; SHORT, Fred; MCLEOD, Elizabeth; BEER, Sven. **Managing seagrasses for resilience to climate change**. Gland, Switzerland: IUCN, 2008.

BRASIL. **Decreto nº 216, de 5 de Junho de 2009**. Institui o plano de arborização urbana no município de São Carlos, e dá outras providências. São Carlos: Prefeitura Municipal, [2019]. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/sp/s/sao-carlos/decreto/2009/21/216/decreto-n-216-2009-institui-o-plano-de-arborizacao-urbana-no-municipio-de-sao-carlos-e-da-outras-providencias>. Acesso em: nov. 2019.

CAMARA, Gilberto. **Modelos, Linguagens e Arquiteturas para Bancos de Dados Geográficos**. 1995. Tese (Doutorado em Computação Aplicada) – Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, 1995. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/teses/gilberto>. Acesso em: ago. 2020.

CASTRO, Antonio Sergio F.; MORO, Marcelo F.; ROCHA, Fernanda C.L. Plantas dos espaços livres da Reitoria da Universidade de Fortaleza (UNIFOR). **Revista Brasileira de Biociências**, v.9, n.1, p. 126-129, 2011.

COMISSÃO NACIONAL DE BIODIVERSIDADE (Brasil). Secretaria de Biodiversidade e Florestas. **Estratégia nacional sobre espécies exóticas invasoras**.

Disponível em:  
[https://www.mma.gov.br/estruturas/conabio/\\_arquivos/anexo\\_resoluconabio05\\_estrategia\\_nacional\\_especies\\_invasoras\\_anexo\\_resoluconabio05\\_15.pdf](https://www.mma.gov.br/estruturas/conabio/_arquivos/anexo_resoluconabio05_estrategia_nacional_especies_invasoras_anexo_resoluconabio05_15.pdf). Acesso em: nov. 2019.

CONWAY, Tenley. M.; DALTON, Chelsea; LOO, C.K. Jennifer; BENAKOUN, Laura. Developing ecological footprint scenarios on university *campuses*: a case study of the University of Toronto at Mississauga. **International Journal of Sustainability in Higher Education**, v. 9, n. 1, p. 4–20, 2008.

FELSTEN, Gary. Where to take a study break on the college *campus*: an attention restoration theory perspective. **Journal of Environmental Psychology**, v. 29, n. 1, p. 160–167, 2009.

GAERTNER, Mirijam; WILSON, John. R. U.; CADOTTE, Marc. W.; MACIVOR, J. Scott.; ZENNI, Rafael. D.; RICHARDSON, David. M. Non-native species in urban environments: patterns, processes, impacts and challenges. **Biological Invasions**, v. 19, p. 3461–3469, 2017.

GEHL, Jan. Cidade para pessoas. São Paulo: Perspectiva, 2013.

GILES-CORTI, Billie; BROOMHALL, Melissa H.; KNUIMAN, Matthew; COLLINS, Catherine; DOUGLAS, Kate; Ng, Kevin; LANGE, Andrea; DONOVAN, Robert J. Increasing walking: how important is distance to, attractiveness and size of public open space? **American Journal of Preventive Medicine**, v. 28, n. 2, p. 169-176, 2005.

HAJRASOULIHA, Amir. *Campus* score: measuring university *campus* qualities. **Landscape and Urban Planning**, v. 158, p. 166-176, 2017.

HIPP, J. Aaron; GULWADI, Gowri Betrabet; ALVES, Susana; SEQUEIRA, Sonia. The Relationship Between Perceived Greenness and Perceived Restorativeness of University *Campuses* and Student-Reported Quality of Life. **Environment and Behavior**, v. 48, n. 10, p. 1292–1308, 2016.

KLEIN-BANAI, Cynthia.; THEIS, Thomas. L. An urban university's ecological footprint and the effect of climate change. **Ecological Indicators**, v. 11, n. 3, p. 857-860, 2011.

KONG, Fanhua; YIN, Haiwei; WANG, Cuizhen; CAVAN, Gina; JAMES, Philip. A satellite image-based analysis of factors contributing to the green-space cool island intensity on a city scale. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 13, p. 846-853, 2014.

LARRÁN JORGE, Manuel; ANDRADES, Francisco Javier; JESÚS, Herrera Madueño; YOLANDA, Calzado Cejas M. An approach to the implementation of sustainability practices in Spanish universities. **Journal of Cleaner Production**, v. 106, p. 34–44, 2015.

LAUDER, Allan; SARI, Riri Fitri; SUWARTHA, Nyoman; TIAHJONO, Gunawan. Critical review of a global *campus* sustainability ranking: GreenMetric. **Journal of Cleaner Production**, v. 108, p. 852–863, 2015.

LEE, Sang-Woo; ELLIS, Christopher D.; KWEON, Byoung-Suk; HONG, Sungkwon. Relationship between landscape structure and neighborhood satisfaction in urbanized areas. **Landscape and Urban Planning**, v.85, n.1, p. 60-70, 2008.

LESSI, Bruno F. **Aspectos quali-quantitativos da arborização urbana da Área Norte do Campus da UFSCar, São Carlos (SP)**. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2014.

LIVESLEY, Stephen J.; BAUDINETTE, B.; GLOVER, D. Rainfall interception and stem flow by eucalypt street trees: the impacts of canopy density and bark type. **Urban For Urban Green**, v. 13, n. 1, p. 192-197, 2014.

LO-IACONO-FERREIRA, Vanessa. G.; CAPUZ-RIZO, Salvador. F.; TORREGROSA-LÓPEZ, Juan. I. Key Performance Indicators to optimize the environmental performance of Higher Education Institutions with environmental management system: a case study of Universitat Politècnica de València. **Journal of Cleaner Production**, v. 178, p. 846–865, 2018.

MCPHERSON, E.Gregory; SIMPSON, James R. Potential energy savings in builds by an urban tree planting programme in California. **Urban For Urban Green**, v. 2, p. 73–86, 2003.

SCHALLENBERGER, Leonardo Sserpa; ARAUJO, Antônio José; ARAUJO, Michiko Nakai; DEINER, L. Jay; MACHADO, Gilmara de Oliveira. Avaliação de árvores urbanas nos principais parques e praças do município de Irati-PR. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 5, n. 2, p. 105-123, 2010.

SCHIPPERIJN, Jasper; STIGSDOTTER, Ulrika; RANDRUP, Thomas B.; TROELSEN, Jens. Influences on the use of urban green space: a case study in Odense, Denmark. **Urban Forestry & Urban Greening**, v.9, n.1, p. 25-32, 2010.

SILVA FILHO, Demóstenes Ferreira; PIVETTA, Kathia Fernandes Lopes; COUTO, Hilton Thadeu Zarate; POLIZEL, Jefferson Lordello. Indicadores de floresta urbana a partir de imagens de aéreas multiespectrais de alta resolução. **Scientia Florestalis**, n. 67, p. 88-100, 2005.

TAUCHEN, Joel; BRANDLI, Luciana. A Gestão Ambiental em Instituições de Ensino Superior: modelo para implantação em *Campus* Universitário. **Gestão e Produção**, v.13, n.3, p.503-515, 2006.

THOM, Jasmine K.; COUTTS, Andrew M.; BROADBENT, Ashley M.; TAPPER, Nigel J. The influence of increasing tree cover on mean radiant temperature across a mixed development suburb in Adelaide, Australia. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 20, p. 233–242, 2016.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS. Escritório de Desenvolvimento Físico (EDF). Introdução. Disponível em: <http://www.edf.ufscar.br/equipe-edf/portlets-da-esquerda/apresentacao-1/introducao>. Acesso em: nov. 2019.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS. Plano de Desenvolvimento Institucional. Disponível em: <http://www.pdi.ufscar.br/diretrizes-gerais-especificas-e-para-gestao-do-espaco-fisico>. Acesso em: mar. 2020.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS. Secretaria Geral de Planejamento e Desenvolvimento Institucionais. Relatório de Atividades. Disponível em: [http://www.spdi.ufscar.br/documentos/relatorio\\_atividades/relatorio-de-atividades-2018](http://www.spdi.ufscar.br/documentos/relatorio_atividades/relatorio-de-atividades-2018). Acesso em: mar. 2020.

YOSHIDA, Yukiko; SHIMODA, Yoshiyuki; OHASHI, Takumi. Strategies for a sustainable *campus* in Osaka University. **Energy & Buildings**, v. 147, p. 1–8, 2017.

## Capítulo 20

# Avaliação de Sustentabilidade no Crescimento da Infraestrutura no Entorno dos Fragmentos Florestais da UFLA

Lucas Coelho Victória  
Aloysio Souza de Moura  
Vinícius do Couto Carvalho  
Ravi Fernandes Mariano  
Marcelo Vieira da Silva Filho  
Marco Aurélio Leite Fontes





Lucas Coelho Victória

Formado em Engenharia Ambiental e Sanitária (2017) pela Universidade Federal de Lavras (UFLA). Atuou como bolsista de iniciação científica em 2014 e 2015 no Laboratório de Estudos e Projetos em Manejo Florestal, onde atuou em projetos vinculados com Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto. Também foi estagiário e Analista de Geoprocessamento da Fundação de Desenvolvimento Científico e Cultural (FUNDECC) entre 2017 e 2018. Atualmente é mestrando no programa de pós graduação em Engenharia Ambiental, vinculado ao departamento de Recursos Hídricos e Saneamento (DRS) da UFLA, na área de concentração de Mudanças Climáticas, Energia e Poluição Atmosférica.



Aloysio Souza de Moura

Aloysio é Biólogo, mestre em Ecologia Florestal, pelo Departamento de Ciências Florestais (DCF) da Universidade Federal de Lavras (UFLA) com ênfase em Avifauna de fitofisionomias montanas. É observador e estudioso de aves desde 1990, e atualmente doutorando em Ecologia Florestal, pelo Departamento de Ciências Florestais (DCF) da Universidade Federal de Lavras (UFLA) tendo como foco aves e vegetações de altitude. Atua em levantamentos qualitativos e quantitativos de avifauna, diagnóstico de meio-biótico para elaborações de EIA-RIMA. Tem experiência nas áreas de Ecologia e Zoologia com ênfase em inventário de fauna, atuando principalmente nos seguintes temas: Avifauna, Cerrado, fragmentação florestal, diagnóstico ambiental, diversidade de fragmentos florestais urbanos e interação aves/plantas.



Vinícius do Couto Carvalho

Doutor em Engenharia Florestal (Laboratório de Manejo de Áreas Naturais Protegidas) na Universidade Federal de Lavras (2018). Mestre em Engenharia Florestal (Laboratório de Manejo de Áreas Naturais Protegidas) na Universidade Federal de Lavras (2014). Especialista em Ecoturismo: Interpretação e Planejamento de Atividades em Áreas Naturais pela Universidade Federal de Lavras (2008), possui graduação em Turismo com ênfase em Ecoturismo pela Faculdade Presbiteriana Gammon (2005). Atuou como consultor em Ecoturismo e Atividades Sócio ambientais pela Ecovivência Consultoria e ministrou aulas nos Cursos de Técnico em Meio Ambiente e Técnico em Segurança do Trabalho no Centro Tecnológico de Lavras - CETEC.



Ravi Fernandes Mariano

Doutor e Mestre em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Lavras – UFLA em 2019 e 2014, respectivamente, ambos na área de Ecologia Florestal. Bacharelado em Engenharia Florestal pela UFLA (2012). Foi docente voluntário na UFLA entre 2017 e 2018. Atuou como consultor em análise da vegetação em consultorias para o setor privado, e como analista de geoprocessamento em projetos do Governo Federal pelo Laboratório de Estudos e Projetos em Manejo Florestal da UFLA e pelo Centro de Inteligência em Gestão e Tecnologia Ambiental. Atualmente, é consultor no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais atuando no programa de monitoramento do desmatamento do Ministério de Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações.



Marcelo Vieira da Silva Filho

Doutor em Ciências na área de Química Atmosférica pelo programa de Meteorologia no Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG) da Universidade de São Paulo (USP). Concluiu mestrado e bacharelado na mesma área com ênfase em deposição atmosférica e transporte de poluentes em 2011 e 2008, respectivamente. Foi pesquisador visitante na University of Illinois at Urbana-Champaign (UIUC) entre 2013 e 2014, e realizou estágio pós-doutoral com foco nas medidas de compostos orgânicos voláteis (COVs) na atmosfera de São Paulo em 2016. Atualmente, é Professor Adjunto do quadro permanente do magistério superior da Universidade Federal de Lavras (UFLA) atuando no Departamento de Recursos Hídricos e Saneamento (DRS) na área de controle da poluição do ar, energia e meio ambiente, estatística e programação em linguagem R.



Marco Aurélio Leite Fontes

Possui graduação em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Lavras - UFLA (1992), mestrado em Engenharia Florestal pela UFLA (1997) e doutorado em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre pela Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG (2008). Atualmente é Professor Associado II da UFLA, atuando principalmente na área de Ecologia e Conservação de Ecossistemas Montanos.

## Introdução

Como ocorreu em outras partes do Brasil, a cobertura vegetal natural do sul de Minas Gerais foi reduzida a áreas esparsas que são chamadas de remanescentes de vegetação, ou fragmentos florestais, quando esta vegetação é de característica predominantemente arbórea (ARAÚJO et al., 2018). Este processo é chamado de fragmentação, e pode ser definido como o particionamento de um extenso habitat em fragmentos menores, os quais se tornam isolados por uma matriz de habitat distinta da original (FAHRIG, 2003). Devido ao maior adensamento populacional, os fragmentos florestais mais próximos aos centros urbanos sofrem maior pressão antropogênica, havendo assim diversos fatores de perturbação, como deposição de entulho e lixo, trilhas excessivas, extração de madeira e invasões biológicas, os quais degradam esses fragmentos e prejudicam seu potencial ecológico e sua conservação. Dentro da zona urbana, os fragmentos florestais também podem ser encontrados, assim como as áreas verdes, as quais correspondem a espaços livres cobertos por vegetação, englobando as praças, jardins públicos e os parques urbanos (LLARDENT, 1982).

Mesmo que reduzidos e geralmente isolados, os fragmentos florestais em áreas urbanas podem guardar uma riqueza considerável de espécies e processos ecológicos (D'angelo Neto et al., 1998), os quais precisam com urgência serem pesquisados e conservados a fim de minimizar impactos recorrentes causados por empreendimentos ali inseridos. Estas áreas podem ser ainda facilitadoras para formação de cidadania, servindo como possibilidade de área para vivência, saúde e bem-estar, fomentando mudanças nas percepções de pessoas com vistas à valoração, respeito e cuidado com os bens comuns (LONDE; MENDES, 2014). Além disso, os fragmentos florestais podem ser utilizados para ações de educação ambiental.

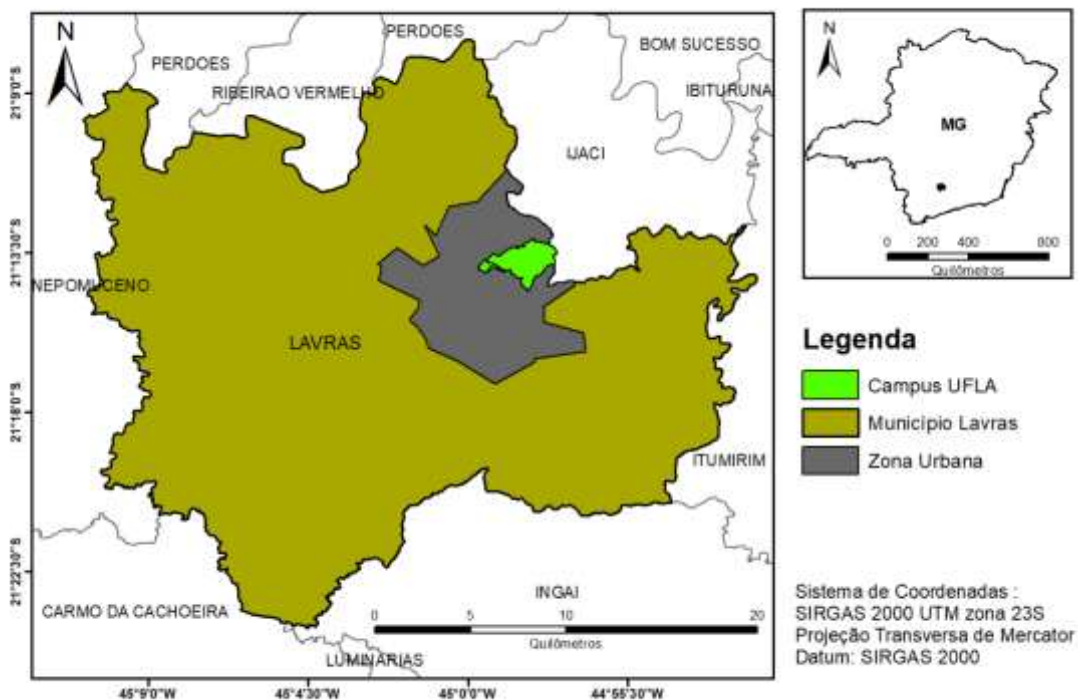
Evidências demonstram que quando estudantes, tanto os de ensino básico como superior, são mais sensibilizados sobre a problemática ambiental, há maior pró-atividade no desenvolvimento de ações que visam à conservação e a redução de impacto ao meio ambiente (FREITAS; MACEDO; FREITAS, 2016). Nesse contexto, as universidades exercem um papel fundamental no desenvolvimento da educação ambiental, tanto da comunidade acadêmica, como de toda sociedade. Esses ambientes educacionais servem como locais para a promoção do debate a respeito do desenvolvimento sustentável, podendo também oferecer espaços de lazer gratuitos onde a população pode ter contato com a natureza (FINLAY; MASSEY, 2012). Dessa forma, essas instituições de ensino devem possuir um planejamento adequado para a utilização de seu território, visando à conservação da vegetação nativa com o intuito de atender as crescentes demandas sociais, conjuntamente com a manutenção do meio ambiente (KLEEMANN et al., 2017).

A Universidade Federal de Lavras (UFLA) possui extensas áreas ocupadas por vegetação, incluindo os gramados, culturas agrícolas experimentais, hortas, pomares e fragmentos florestais. Além de oferecer espaços com atrações paisagísticas para a população da cidade, a vegetação contida dentro do *campus* é de grande representatividade na zona urbana do município de Lavras (VICTÓRIA, 2017). Nas duas últimas décadas, a instituição vem passando por um processo de intenso crescimento, o qual resultou no grande aumento das vagas oferecidas e do número de funcionários, assim como da área ocupada por infraestruturas (LADEIRA, 2018). Sendo assim, o presente trabalho objetivou avaliar a sustentabilidade no tocante à expansão da infraestrutura no entorno dos fragmentos florestais no câmpus da UFLA, entre os anos de 2003 e 2018, a partir do uso de geotecnologias.

## Materiais e Métodos

A área de estudo contemplou os fragmentos florestais contidos dentro do *campus* da UFLA e seus entornos com até 100 metros de distância. A área do *campus* corresponde a 6 milhões de m<sup>2</sup> (600 ha) (UFLA, 2020). Na Figura 1 pode-se observar a localização da cidade de Lavras no estado de Minas Gerais, o *campus* da universidade e a zona urbana do município, delimitada a partir de seu plano diretor (LAVRAS, 2007).

Figura 1 – Localização do município de Lavras e da Universidade Federal de Lavras.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019

Para o mapeamento dos fragmentos florestais e de seus entornos, foi utilizado o software Google Earth PRO versão 7.3.3.7786 (Google Earth PRO, 2019) por disponibilizar imagens de alta resolução gratuitamente, além de possuir ferramentas para a vetorização de feições. Este software gratuito possui uma base de dados confiável obtida a partir de imagens de satélite, a qual é utilizada para fins científicos, permitindo inclusive o mapeamento do uso e cobertura da terra com alto grau de detalhamento (GUIMARÃES; PIMENTA; LANDAU, 2012; PEREIRA; GUIMARÃES; OLIVEIRA, 2018).

Dessa forma, foram obtidas imagens de satélite através do Google Earth PRO (2019) que, após interpretadas, foram utilizadas para realizar a delimitação de forma manual dos fragmentos florestais, com auxílio da ferramenta de criação e edição de polígonos do software. Para classificação das áreas como fragmentos florestais, estas precisavam ter mais de 1 (um) hectare (ha) e estar ocupadas por vegetação predominantemente arbórea, sendo compostas de árvores nativas e exóticas da região. Carvalho e Scolforo (2008), afirmaram que a formação florestal característica da região

é a floresta tropical estacional semidecidual de montanha. Para a identificação dos fragmentos a serem mapeados, foram levadas em consideração as seguintes características: cor, textura, forma e padrão de ocupação na paisagem. Esse processo de aquisição de dados secundários pode ser chamado de vetorização, que trata-se de um processo de interpretação visual da imagem (CAIXETA et al., 2012).

Inicialmente, a delimitação dos fragmentos foi feita a partir de uma imagem de 26/05/2003. Uma vez delimitados os polígonos, estes foram avaliados novamente de acordo com uma imagem de 07/06/2014, buscando verificar alterações em suas áreas, e também mudanças no uso do solo. Este mesmo procedimento foi feito na última fase do monitoramento das áreas, realizado a partir de uma imagem de 22/09/2018. Estes últimos arquivos vetoriais foram validados a partir de visitas *in loco*, onde se averiguou a presença dos fragmentos florestais, pois o foco do trabalho não incluiu áreas de silvicultura (como plantio de *Eucalyptus* e *Pinus*).

Uma vez delimitados os fragmentos, os arquivos com os polígonos foram convertidos do formato .kml, gerados pelo Google Earth PRO, para o formato *shapefile* (.shp) através do sistema de informações geográficas (SIG) QGIS versão 3.12 (Quantum GIS 2018). Dentro desse ambiente SIG, todos os polígonos foram unidos em apenas um arquivo, onde se aplicou o processo de delimitação da área de entorno através da ferramenta *buffer*. Após isso, a partir do arquivo contendo o entorno dos fragmentos, foi realizado o mapeamento do uso e ocupação do solo das áreas circundantes aos mesmos através do Google Earth PRO.

Durante o mapeamento, duas classes de uso e ocupação do solo foram identificadas, uma contendo as áreas ocupadas por construções, aqui chamadas de Infraestrutura, e outras cobertas por vegetação e sem a presença de prédios e pavimentação, aqui chamada de Área Verde. A principal diferença entre essas áreas se dá quanto à impermeabilização do solo, que além de impedir a infiltração de água, não permite o desenvolvimento de plantas e dificulta o fluxo de alguns animais, isolando os fragmentos.

Com o auxílio das ferramentas de SIG as feições foram unidas por classe e ano, e posteriormente foram calculadas as áreas de todas as feições: Fragmentos Florestais e seus entornos (*buffers*), Áreas Verdes e Infraestrutura. A partir disso, foi verificado como correu a expansão da Infraestrutura do *campus* da UFLA no entorno dos Fragmentos Florestais, no intuito de verificar os impactos dessa expansão sobre a vegetação nativa, e dessa forma avaliar a sustentabilidade do processo de crescimento da instituição.

## Resultados e Discussão

A ocupação antropogênica de uma determinada área pode modificar as características naturais da superfície terrestre, inclusive a produtividade do solo e o padrão de distribuição da vegetação. Desde sua federalização em 1994, a UFLA passou de seis para 35 cursos de graduação, e atualmente tem mais de 35 programas de pós-graduação (SCOLFARO et al., 2018). Essa expansão requisitou uma evolução da sua infraestrutura, havendo novas construções que totalizam uma área de 17000 m<sup>2</sup> para suportar a comunidade acadêmica, estimada em 16 mil pessoas dentre alunos e funcionários (LADEIRA, 2018). Apesar dessa expansão, os fragmentos florestais da universidade não tiveram sua área reduzida no intervalo de tempo analisado neste estudo (de 2003 a 2018). Pelo contrário, a área do *campus* coberta por esses fragmentos aumentou.

A Tabela 1 apresenta os resultados quantitativos brutos do presente trabalho, sendo estes: quantidade e somatório das áreas dos Fragmentos Florestais, a área circundante aos Fragmentos Florestais (Entorno), e os valores da área ocupada por Infraestrutura e por Área Verde, todos ao longo do tempo. Como a área dos fragmentos aumentou (de 53,9 ha para 75,2 ha), o somatório das áreas mapeadas também aumentou nos anos 2014 e 2018. Houve aumento do número de fragmentos, assim como aumento de 40% da área dos fragmentos de 2003 a 2018. Além disso, houve aumento do valor da área do maior fragmento em relação à área no ano de 2003, e também foram verificadas pequenas alterações na média e no desvio padrão da área dos fragmentos.

Os resultados apresentados no Quadro 1 mostram uma evolução do número e da área total dos fragmentos florestais que estão contidos no *campus* da UFLA.

Tabela 1 - Informações relativas à medição dos fragmentos e da ocupação em seu entorno

| <b>Dados dos fragmentos florestais</b> |             |             |             | <b>Valor de área das feições analisadas</b> |             |             |             |
|--|-------------|-------------|-------------|---|-------------|-------------|-------------|
|  | <b>2003</b> | <b>2014</b> | <b>2018</b> | <b>Área</b>                                 | <b>2003</b> | <b>2014</b> | <b>2018</b> |
| Nº Fragmentos                          | 10          | 13          | 14          | Fragmentos                                  | 53,92       | 71,17       | 75,18       |
| Área do Maior                          | 15,82       | 22,50       | 21,40       | Infraestrutura                              | 26,20       | 54,15       | 64,40       |
| Média da Área                          | 5,39        | 5,47        | 5,37        | Verde                                       | 132,00      | 126,17      | 121,32      |
| Desvio Padrão                          | 4,07        | 5,30        | 4,80        | Entorno                                     | 158,20      | 180,32      | 185,72      |

Observação: Todos os valores de área estão em hectares (ha), 1 ha = 10.000 m<sup>2</sup>

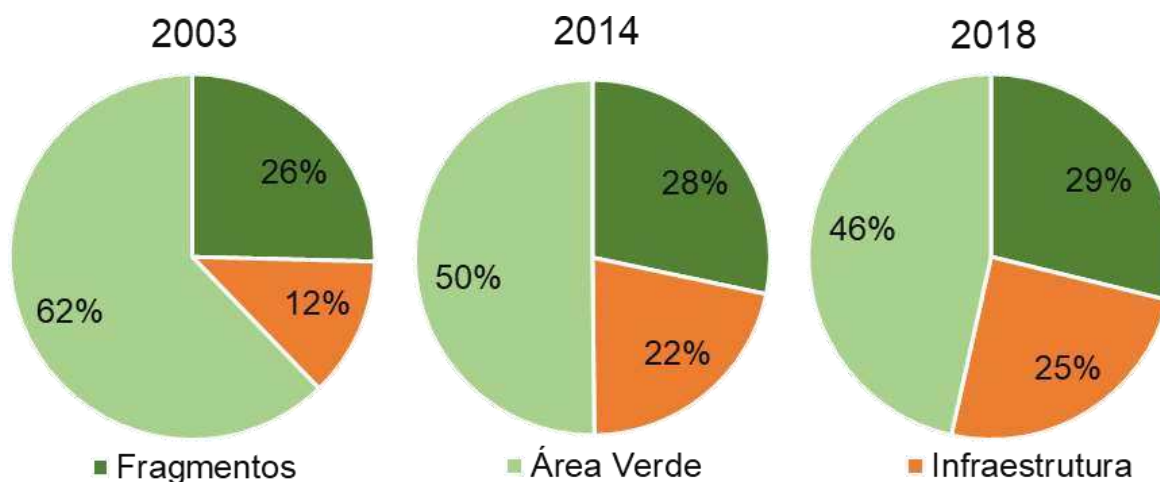
Fonte: Elaborado pelo autor, 2019

Utilizando imagens Landsat de 2001, com resolução espacial de 25 x 25 m, Pereira *et al.* (2010) classificou aproximadamente 45 ha das áreas florestadas do *campus* da UFLA como matas nativas em estágio avançado de regeneração. A diferença deste resultado com o do presente estudo provavelmente é decorrente do aumento de áreas ocupadas pelos fragmentos devido à regeneração natural e as ações de reflorestamento da UFLA. Outro fator a ser considerado é a diferença na resolução das imagens utilizadas, pois as imagens do Google Earth PRO possuem resolução espacial consideravelmente maior que as utilizadas por Pereira *et al.* (2010).

A área de entorno dos fragmentos foi delimitada por uma distância de 100 m ao redor do perímetro desses fragmentos, portanto aumentou de acordo com o aumento da área destes. Sendo assim, a área total mapeada nos anos de 2003, 2014 e 2018 foi de 212 ha, 251 ha e 261 ha, respectivamente.

Concomitantemente à expansão dos fragmentos florestais, nesse mesmo intervalo de tempo foi perceptível um grande crescimento do número de prédios, galpões e outras estruturas construídas no entorno dessa vegetação remanescente, aumentando assim a pressão antropogênica sobre as florestas. O valor de área da classe de ocupação do solo Infraestrutura dobrou nos primeiros 11 anos analisados, e nos últimos quatro anos foram identificados mais de 10 ha de aumento em área, substituindo áreas da classe Área Verde. Essa variação na alíquota das classes é notável em valores de porcentagem, conforme ilustrado na Figura 2. As porcentagens foram calculadas a partir da área total mapeada em cada ano, sendo essa área composta pelo fragmento e seu entorno.

Figura 2 – Gráficos com os valores percentuais das classes de uso e ocupação do solo, nos três anos analisados



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019

A substituição de áreas com cobertura vegetal por prédios e outras benfeitorias correpondeu a um aumento de 38,2 ha da área ocupada por Infraestrutura, e provocou a diminuição de 10,68 ha da Área Verde no entorno dos fragmentos entre os anos de 2003 e 2018, promovendo mudanças na permeabilidade do solo no entorno dos mesmos, e indicando mudanças na matriz adjacente. Essas mudanças podem aumentar o isolamento dos fragmentos, não devido ao aumento na distância entre os mesmos, mas devido às construções prediais dificultarem o movimento de animais (SANTOS; ABREU; VASCONCELOS, 2017), considerando que o grau de isolamento de fragmentos florestais afeta o fluxo gênico entre eles (VIANA; PINHEIRO, 1998). Além disso, o aumento de áreas impermeabilizadas no entorno dos fragmentos impede a regeneração natural em torno dos mesmos. Por outro lado, a maioria dos prédios da UFLA possui jardins em seus projetos arquitetônicos, os quais favorecem o fluxo de algumas espécies da fauna. Esse aumento da Infraestrutura foi necessário devido ao grande aumento dos cursos de graduação e pós-graduação na instituição nas últimas décadas, concomitantemente ao aumento do número de vagas para alunos e do quadro de funcionários (SCOLFORO et al., 2018).

A Figura 3 apresenta as áreas ocupadas pelas classes Infraestrutura e Área Verde no entorno dos fragmentos florestais da UFLA no ano de 2018, onde se evidencia os 46% de Área Verde e 25% de Infraestrutura demonstrada na Figura 2. Além disso, pode ser visualizado que no *campus* da instituição ainda existe uma grande quantidade de Área Verde.

Figura 3 – Fragmento florestais situados no *campus* da UFLA e as Áreas Verdes e Infraestrutura em seus entornos no ano de 2018



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019

No estudo de Victória (2017), foi verificado notável aumento da mancha urbana do município de Lavras entre os anos de 2003 e 2014, conjuntamente com a consolidação das áreas circundantes aos fragmentos florestais, que receberam construções para a expansão dos bairros. Promovendo assim a diminuição das áreas verdes no entorno dos fragmentos florestais, com o crescimento de áreas impermeabilizadas devido a expansão urbana. Os resultados do estudo apontaram também perdas de áreas em alguns fragmentos. Ao contrário do que foi verificado nesse município, a UFLA ampliou suas áreas florestadas pois permitiu a regeneração natural e realizou o plantio de mais de 90 mil mudas (LADEIRA, 2018), o que contribuiu para a conservação da biodiversidade no *campus*.

Nos últimos anos, diversas ações foram realizadas pela Diretoria de Meio Ambiente da UFLA como parte do Planejamento Ambiental Estratégico. Esse esforço organizacional se mostrou válido no direcionamento das intervenções realizadas no uso e ocupação do solo no *campus* da instituição. Como resultado desse planejamento, a universidade foi bem posicionada no ranking da UI Green Metric e recebeu o selo Blue University (UFLA, 2016), o qual congratula instituições de ensino sustentáveis (SCOLFORO et al., 2018).

## Conclusões

Os resultados do trabalho mostraram que apesar do grande aumento da área ocupada por infraestruturas no *campus* da UFLA, os fragmentos florestais não foram reduzidos, mas sim aumentaram em número e área. O intervalo de tempo avaliado no presente trabalho, 15 anos, é pouco representativo na história dessa centenária instituição, porém representa o período de maior expansão de sua infraestrutura. Para uma melhor



compreensão dos efeitos do crescimento da instituição sobre os fragmentos florestais, seria necessário utilizar imagens de satélite mais antigas para as análises apresentadas.

A utilização de geotecnologias gratuitas como as utilizadas nessa pesquisa, mostrou-se efetiva no monitoramento dos fragmentos florestais e da expansão da infraestrutura da UFLA no entorno dos mesmos. Dessa forma, é sugerido que a UFLA continue a monitorar o entorno de seus fragmentos através de geotecnologias, e que outras instituições de ensino realizem as análises aqui apresentadas em seus campi, no intuito de avaliar a sustentabilidade durante o processo de crescimento de infraestrutura das instituições.

As Universidades, assim como outras instituições de ensino superior, por serem detentoras de grande influência sobre a sociedade devem possuir um plano de crescimento com bases sustentáveis, de modo que sua atuação seja exemplo na disseminação dos conceitos de sustentabilidade, fomentando este conceito na comunidade global (PANTALEÃO, 2017). Desde sua criação como escola agrícola em 1908, a UFLA sempre teve papel importante na cidade e região de Lavras, e atualmente corresponde a um modelo de sustentabilidade. O presente trabalho mostrou que a instituição respeitou o que é apresentado como sua missão, o compromisso com a responsabilidade ambiental: “Preservar a integridade da comunidade acadêmica; Preservar a fauna, flora e mananciais” (UFLA, 2020), servindo de exemplo para outras instituições de ensino.

## Referências

ARAÚJO, F. C. et al. Caracterização de fragmentos florestais no *campus* da Universidade Federal de Lavras, MG. **Regnellea Scientia**, v. 4, n. 1, p. 6–20, 2018.

CAIXETA, P. R. C. et al. Análise Multi-Critério (MCE) Aplicada Ao Mapeamento De Áreas Susceptíveis a Movimentos De Massas Na Área Urbana De Viçosa-Mg. **IV Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação**, p. 1–9, 2012.

D'ANGELO NETO, S. et al. Avifauna de quatro fisionomias florestais de pequeno tamanho (5-8 ha) no *campus* da UFLA. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 58, n. 3, p. 463–472, 1998.

FAHRIG, L. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics**, v. 34, p. 487-515, 2003.

FINLAY, J.; MASSEY, J. *Eco-campus: Applying the ecocity model to develop green university and college campuses*. **International Journal of Sustainability in Higher Education**, v. 13, n. 2, p. 150–165, 2012.

FREITAS, M. R. DE; MACEDO, R. L. G.; FREITAS, M. P. DE. Environmental perception as a tool to predict pro-environmental actions. **Revbea**, v. 11, n. 1, p. 355–360, 2016.

GOOGLE EARTH PRO. **GOOGLE EARTH PRO versão 7.3.3.7786**. Google Inc, 2019. Disponível em: <https://www.google.com/earth/desktop>. Acesso em: 10 ago. 2019.

GUIMARÃES, D. P.; PIMENTA, F. M.; LANDAU, E. C. A Integração Google Earth-SIG-Servidor de Mapas e o Monitoramento Ambiental 183. **Circular Técnica 183 - Embrapa**, p. 1–20, 2012.

KLEEMANN, J. et al. Peri-urban land use pattern and its relation to land use planning in Ghana, West Africa. **Landscape and Urban Planning**, v. 165, p. 280–294, 2017.

LADEIRA, M. M. **Criação de uma Universidade Verde - O Plano Ambiental e Estruturante da UFPA**. Disponível em: <https://repositorio.enap.gov.br/handle/1/3623>. Acesso em: 20 dez. 2018.

LAVRAS. **Lei complementar nº 097, de 17 de abril de 2007**. Institui o plano diretor do município de Lavras. Lavras: Câmara Municipal, [2007]. Disponível em: <https://sapl.lavras.mg.leg.br/norma/2440>. Acesso em: 22 out. 2019.

LLARDENT, L. R. A. **Zonas verdes y espacios libres en la ciudad**. Madrid: Closas Orcoyen, 1982. 538 p.

LONDE, P. R.; MENDES, P. C. A Influência Das Áreas Verdes Na Qualidade De Vida Urbana. **Hygeia**, v. 10, n. 18, p. 9, 2014.

PANTALEÃO, C. C. **Campus Universitário Como Laboratório Vivo Para Sustentabilidade: Proposição De Critérios Analíticos**. 2017. Dissertação (Mestrado em Cidades inteligentes e Sustentáveis) - Universidade Nove de Julho, São Paulo, 2017.

PEREIRA, I. M. et al. Avaliação e Proposta de Conectividade dos Fragmentos Remanescentes no *Campus* da Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais. **Cerne**, v. 16, n. 3, p. 305–321, 2010.

PEREIRA, L. F.; GUIMARÃES, R. M. F.; OLIVEIRA, R. R. M. Integrando geotecnologias simples e gratuitas para avaliar usos/coberturas da terra : QGIS e Google Earth Pro. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v. 03, p. 250–264, 2018.

QUANTUM GIS. **Quantum GIS Geographic Information System**. Geospatial Foundation Project, Beaverton, Estados Unidos. Disponível em: <https://qgis.org/en/site/>. Acesso em: 12 dez. 2018.

SCOLFORO, J. R. S. et al. How the environmental planning of the Universidade Federal de Lavras impacts higher education. **E3S Web of Conferences**, v. 48, p. 2–4, 2018.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS (2016). **Diretoria de Comunicação**. Disponível em: <http://www.ufla.br/dcom/2016/05/16/ufla-e-azul-2a-universidade-do-mundo-com-o-certificado-blue-university-em-reconhecimento-pela-gestao-das-aguas/>. Acesso em: 20 fev. 2020.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS (2020). **Coordenadoria de Vigilância ao Patrimônio**. Disponível em: <http://www.vigilancia.ufla.br/site/institucional/missao-visao-e-valores/>. Acesso em: 01 mar. 2020.

SANTOS, L. P. S., ABREU, V. F., VASCONCELOS, M. F. Bird mortality due to collisions in glass panes on an Important Bird Area of southeastern Brazil. **Ornithology Research**, v. 25, n. 2, p. 90-101, 2017.

VIANA, V. M.; PINHEIRO, L. A. F. V. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. **Série técnica IPEF**, v. 12, n. 32, p. 25-42, 1998.

VICTÓRIA, L. C. **Análise bitemporal da ocupação do solo no entorno dos fragmentos florestais urbanos de Lavras - MG**. 2017. Trabalho de conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2017.

## Capítulo 21

# **Sustentabilidade Energética: Indicadores e Práticas de Eficiência na Universidade Federal de Lavras**

*Isadora Nascimento Della-Sávia Braga*

*Joaquim Paulo da Silva*

*Sílvia Costa Ferreira*



Isadora Nascimento Della-Sávia Braga

Possui graduação em Engenharia de Controle e Automação pela Universidade Federal de Lavras. Atua como técnica em eletromecânica no Departamento de Física da Universidade Federal de Lavras e está cursando Mestrado em Engenharia de Sistemas e Automação na mesma universidade.



Joaquim Paulo da Silva

É professor titular da Universidade Federal de Lavras, possui graduação em Engenharia Industrial Elétrica pela Universidade Federal de São João Del-Rei, mestrado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Itajubá e doutorado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Minas Gerais. Realizou pesquisas na Universidade de British Columbia (UBC) Canada como Post-Secondary Research Assistant. Possui experiência na área de Engenharia Elétrica abrange, Medição, Controle, Correção e Proteção de Sistemas Elétricos de Potência. Atua principalmente nos seguintes temas: Energias Renováveis, Eficiência Energética, adsorção, campomagnético, Rusck's theory, EMTP e carvão ativado, com pesquisas dentro dos temas de: Energias Renováveis Fotovoltaicas, Eficiência Energética e Inovações em novos materiais.



Sílvia Costa Ferreira

Possui Doutorado (2016), Mestrado (2012) e Graduação em Engenharia Elétrica (2010) pela Universidade Federal de Itajubá. Atualmente é Professora da Universidade Federal de Lavras e tem experiência na área de Engenharia Elétrica, com ênfase em Eletrônica e Automação Industrial. Atua principalmente nos seguintes temas: eletrônica de potência, sistemas de controle, controle preditivo, geração distribuída e eficiência energética.

## Introdução

A energia elétrica é fundamental para o desenvolvimento das mais diversas atividades. No Brasil, grande parte da energia gerada é proveniente de usinas hidrelétricas, que dependem do regime pluvial do rio, durante o período da seca e das águas. Essas alterações na regularidade das vazões podem comprometer a geração de energia elétrica por hidrelétricas longos períodos. Sendo assim, toda ação de redução do consumo e gestão eficiente é de extrema importância para o país.

Entende-se como gestão o ato de administrar com o objetivo de um desenvolvimento consciente, baseado no esforço humano e tecnológico. Quando se fala em gestão de energia elétrica, tem-se como propósito diagnosticar, controlar, reduzir e estimular o uso consciente da mesma. A Universidade Federal de Lavras (UFLA), dentro de seu Plano de Desenvolvimento Institucional 2016-2020, propôs ações para a gestão de energia na *campus*. Pois, o custo da energia elétrica do *campus* representa um valor significativo das despesas discricionárias. De acordo com o Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2019, o serviço público e poder público representam 3,3% e 3,2% respectivamente do consumo de energia elétrica do Brasil (EPE, 2019). Sendo assim, a gestão de energia neste setor não é algo trivial. Considerando a atual conjuntura econômica do país, toda e qualquer ação que vise à redução de custos orçamentários poderá gerar benefícios financeiros e socioambientais.

Diante do exposto, esse capítulo apresenta as ações da Universidade Federal de Lavras referentes à gestão de energia e eficiência energética no *campus*. Traz um estudo da aplicação de indicadores energéticos como ferramenta estratégica para auxiliar no processo de gestão energética na Universidade Federal de Lavras (UFLA). Além disso, são descritos os projetos de eficiência energética e uso de energias renováveis adotados na instituição. Todas essas ações visam reduzir o consumo de energia elétrica no *campus* da UFLA de forma eficiente e sustentável.

## A Universidade Federal de Lavras

A Universidade Federal de Lavras (UFLA) foi federalizada em 1963 e se tornou Universidade em 1994. O único *campus* da UFLA em utilização é amplo e contém diversos espaços: alojamentos estudantis, ginásio poliesportivo, quadras e estádio de futebol, restaurante universitário (RU), lanchonetes, centro de convivência, centro de integração universitária, fundações de apoio, departamentos didáticos-científicos, entre outros (UFLA, 2014).

Segundo informações contidas no portal da universidade, o *campus* tem uma área de 600 hectares, ou seja, seis milhões de metros quadrados, com aproximadamente 237.250 mil metros quadrados de área construída (UFLA, 2014). A Figura 1 mostra a vista aérea da UFLA e suas instalações.

Figura 1. Vista aérea do *campus* da Universidade Federal de Lavras



No primeiro período de 2019, a UFLA possuía cerca de 11.100 alunos de graduação, 1.850 alunos de pós-graduação, 766 docentes, 581 técnico-administrativos, totalizando 14.941 usuários dos espaços da instituição (UFLA, 2019).

As ações de planejamento e gestão de energia são geridas pela Diretoria de Meio Ambiente (DMA). Dentro da DMA encontra-se a Coordenadoria de Planejamento e Uso Racional de Energia. Essa coordenadoria visa definir as políticas de uso eficiente de energia elétrica e propor ações para minimizar o consumo de energia elétrica, bem como o uso de fontes alternativas de energia na UFLA.

É indiscutível que a energia elétrica faça parte de todas as atividades desenvolvidas nas instalações da Universidade. Por esta e diversas outras razões, a gestão de energia se torna tão importante em uma instituição com o porte da UFLA. No Plano de Desenvolvimento Institucional – PDI (UFLA, 2016) e no Plano de Logística Sustentável – PLS (UFLA-DMA, 2019), estão incluídas diversas ações visando o uso eficiente da energia elétrica, tais como: a implementação da nova rede de energia elétrica com alimentador exclusivo da subestação da Cemig, buscando reduzir o número de interrupções não programadas pela concessionária fornecedora de energia elétrica; a implementação de projetos de eficiência energética em parceria com a CEMIG; e a instalação de sistemas de geração de energia solar fotovoltaica. Vale salientar que, em termos de contrato de fornecimento de energia, a Universidade se enquadra na classe e subclasse Poder Público Federal e modalidade tarifária THS Verde A4.

Diante do exposto fica evidente o interesse da instituição pela busca de práticas sustentáveis visando melhorias na gestão de energia e práticas de eficiência energética. Portanto, o estudo de indicadores energéticos se torna estratégico, pois eles podem auxiliar nas tomadas de decisões e prioridades de atuação.

## **Indicadores energéticos**

Os indicadores energéticos são instrumentos de avaliação do uso da energia com a finalidade de identificar a relação entre informações administrativas ou físicas, com grandezas elétricas ou de custos. De modo geral, os indicadores expressam, de forma simples, uma determinada situação que se deseja avaliar (FERNANDES, 2004). Para Abreu, Oliveira e Guerra (2010) o desenvolvimento sustentável e os indicadores mostram como a quantidade de energia foi aproveitada ou não.

Os indicadores de energia são classificados de diversas maneiras. Haddad et al. (1999) os define como “... instrumentos de comunicação de informações quantitativas sobre a sustentabilidade de sistemas energéticos para tomadores de decisões e o grande público...”. De acordo com Schipper et al. (2001), indicadores energéticos descrevem as relações entre o uso de energia e atividade econômica de forma desagregada, representando medições do consumo de energia e permitindo identificar os fatores que o afetam.

É possível dividir os indicadores de diversas formas, nesse capítulo, assim como no trabalho de Morales (2007), eles serão separados em: indicadores globais e específicos, os quais estão relacionados às informações físicas da unidade estudada; e indicadores financeiros, que podem ser associados tanto aos globais como aos específicos e descrevem os custos de acordo com a utilização da energia.

Os indicadores globais utilizam as informações técnicas para caracterizar a unidade analisada. São responsáveis por apontar a eficiência no uso da energia elétrica de forma geral. Eles podem ser utilizados em fases iniciais de caracterização, indicando falhas técnicas ou comportamentais. Os indicadores específicos, por sua vez, levam em consideração as informações físicas, de ocupação e os usos finais, com a finalidade de avaliar o comportamento no uso de energia elétrica. Os resultados, geralmente, são utilizados para conscientização e orientação dos usuários e também para comparação com outras unidades semelhantes.

Por fim, os indicadores financeiros demonstram como os recursos são distribuídos e utilizados dentro da instituição. Conforme observado por Pepplow, Betini e Gober (2016), a redução do consumo de energia elétrica em Instituições de Ensino pode ser alcançada por meio de ações de eficiência energética de curto prazo que tem como objetivo a redução imediata no consumo e demanda de energia elétrica. Logo, os indicadores financeiros se mostram grandes aliados, pois podem demonstrar o aumento dos custos ao longo do tempo.

A atualização e acompanhamento dos indicadores auxiliam na criação de um banco de dados com valores típicos de cada atividade e instalação, que facilitam futuros estudos e também demonstram tendências comportamentais no uso de energia, além de auxiliar na avaliação da eficácia das ações de redução de consumo colocadas em prática.

## **Análise dos Indicadores Energéticos na UFLA**

A seguir estão apresentados os principais indicadores – globais, específicos e financeiros – calculados com base nas informações disponíveis na memória de massa dos medidores de energia elétrica e informações presentes no plano de desenvolvimento institucional. Esses indicadores podem ser utilizados para auxílio na tomada de decisões da equipe de gestão energética e também apontar pontos passíveis de melhoria e

implantação de projetos de eficiência energética, buscando auxiliar na sustentabilidade energética da UFLA.

## Levantamento do Perfil de Carga

Considerando os dados do relatório de memória de massa dos medidores da UFLA, dois períodos foram escolhidos, sendo eles: uma semana letiva, entre os dias 24 a 30 de novembro de 2018, sendo que os dias 24 e 25 de Novembro, representa o fim de semana. E uma semana de férias, entre os dias 03 a 9 de fevereiro de 2019, sendo que o fim de semana, que os dois domingos, são os dias 3 e 9 de Fevereiro. O perfil de consumo de cada um deles está representado nas Figuras 2 e 3, respectivamente.

Os valores médios e o desvio padrão para cada uma das semanas avaliadas anteriormente são apresentados na Tabela 1. Há um desvio padrão maior durante os dias de semana, principalmente devido ao aumento do consumo de energia elétrica entre 7 e 17 horas, onde é desenvolvida a maior parte das atividades no *campus*.

Figura 2. Perfil do consumo de energia elétrica na UFLA em semana letiva de nov/2018.

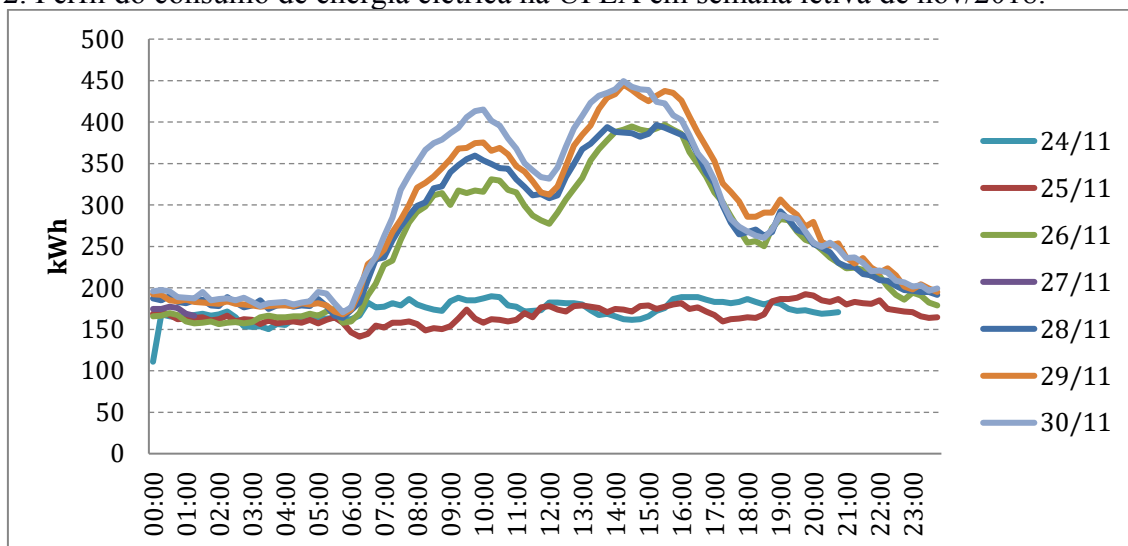




Figura 3. Perfil do consumo de energia elétrica na UFLA nas férias em fev/2019.

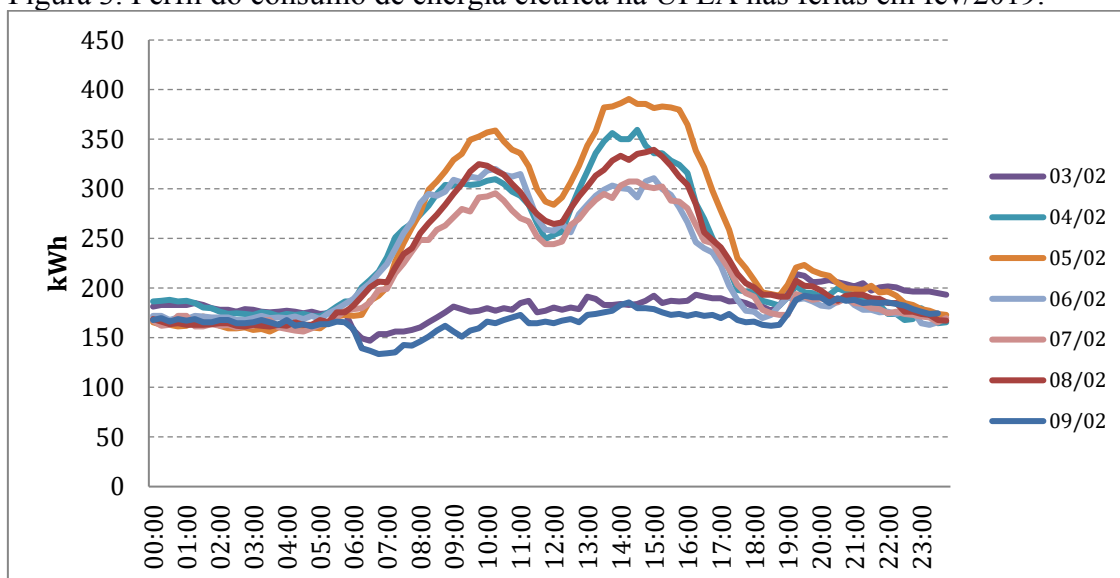


Tabela 1. Média e desvio padrão do consumo de energia no período letivo e férias.

|                   | Dias de semana |        | Finais de semana |        |
|-------------------|----------------|--------|------------------|--------|
|                   | Período letivo | Férias | Período letivo   | Férias |
| Média (kWh)       | 272,53         | 228,91 | 183,65           | 170,08 |
| Desvio padrão (%) | 30,85          | 27,75  | 7,45             | 6,9    |

Outro ponto que vale destacar é a diferença considerável na média dos consumos durante os períodos estudados. No período de férias, tem-se uma diminuição do consumo médio dos dias de semana (segunda a sexta-feira) de aproximadamente 16% e nos finais de semana é aproximadamente 7,4% menor em relação ao período letivo. Durante um mês, essa diferença equivale a aproximadamente 760 kWh de economia.

O período de férias pode ser um período estratégico para a gestão da instituição. Nele, como esperado há menor consumo de energia, sendo assim, medidas de economia podem ser estratégicas, como: manutenção e revisão em equipamentos para melhorias em relação ao consumo de energia, menor utilização de equipamentos em locais estratégicos, facilitar o uso em conjunto de espaços e equipamentos, desligar bebedouros dos locais pouco/não utilizados, entre outros.

## Indicador de consumo de energia por horário de utilização

Os postos tarifários são definidos para permitir a contratação e o faturamento da energia e da demanda de potência diferenciada ao longo do dia. A partir da resolução normativa nº 414, de nove de setembro de 2010 (ANEEL, 2010), onde as condições gerais de fornecimento de energia elétrica são definidas, as distribuidoras brasileiras podem, de acordo com a curva de carga, definir 3 horas diárias consecutivas onde há maior consumo. Esse conjunto de horas é chamado horário de ponta, nesse horário o valor cobrado por *quilowatts* (kWh) hora é maior. O restante de horas do dia forma o horário fora de ponta.

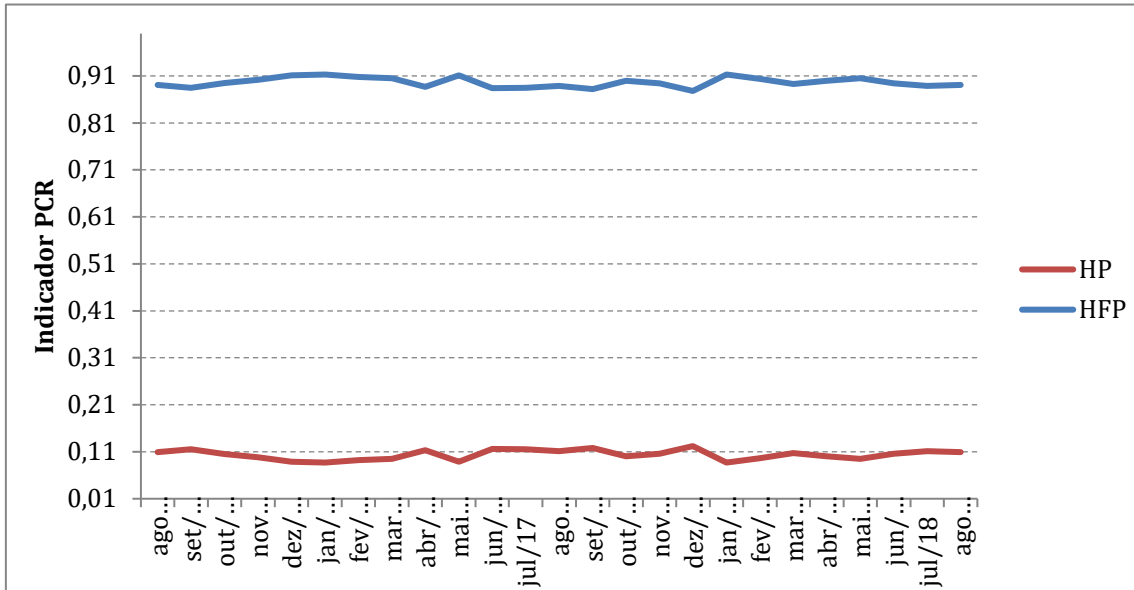
Considerando isso, o uso de indicadores por horário de utilização leva em consideração a sazonalidade do consumo. No trabalho de Saidel, Favato e Morales (2005) é possível encontrar a aplicação de diversos indicadores globais em instituições de nível superior. Nesse trabalho, a utilização por horário é denominada *PCR* (Índice Percentual de Consumo no Período Reservado) e tem como objetivo caracterizar o consumo de energia no período reservado da unidade consumidora em relação ao seu consumo total.

$$PCR = \frac{\text{Energia período reservado (kWh)}}{\text{Energia total da instalação (kWh)}} \quad (1)$$

Este indicador pode ser utilizado para avaliar o consumo nos horários de ponta e fora de ponta ou em horários determinados, mas é necessário que as informações de consumo sejam separadas por horário de interesse. Mediante o uso deste indicador é possível averiguar o consumo de energia em determinado horário de interesse, proporcionando dados para a tomada de decisão para gestão do uso de energia na iluminação no horário de ponta, por exemplo.

O indicador PCR tem o intuito de identificar os períodos onde há concentração do consumo de energia. O estudo foi feito considerando dois intervalos: horário de ponta, das 17h às 20h, e o horário fora de ponta, restante das horas do dia. Os indicadores foram avaliados para o período de agosto de 2016 a agosto de 2018, para que as sazonalidades pudessem ser consideradas. Os resultados são apresentados na Figura 4.

Figura 4. Indicadores por horário de utilização (PCR) nas universidades, horário fora de ponta (HFP) e horário de ponta (HP).



A média e o desvio padrão do  $PCR$  para o horário fora de ponta ( $PCR_{HFP}$ ) e para o horário de ponta ( $PCR_{HP}$ ) são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Média e desvio padrão do  $PCR$  para o horário de ponta e fora de ponta.

|             | Média | Desvio Padrão |
|-------------|-------|---------------|
| $PCR_{HFP}$ | 0,896 | 0,01          |
| $PCR_{HP}$  | 0,104 | 0,01          |

O indicador  $PCR_{HFP}$  indica que na média aproximadamente 90% da energia elétrica total é consumida no horário fora de ponta. Esse indicador e suas variações podem auxiliar na escolha da modalidade tarifária, uma vez que, as instalações da UFLA se enquadram no grupo A4<sup>1</sup>.

1. Consumidor do subgrupo A4 – Conjunto de unidades consumidoras com fornecimento de energia em tensão de 2,3 a 25 kV.

## Indicador de consumo por usuário

O indicador por usuário de energia leva em consideração o número de usuários de cada grupo nas dependências da instituição. Os usuários podem ser separados em diversos grupos, como: setor, departamento, área, entre outros, tal como em Saidel, Favato e Morales (2005), onde é apresentado o Índice de Consumo Médio Mensal por Usuários (*CMU*). Os usuários podem ser separados em grupos específicos para melhor avaliação do indicador. Esse indicador é caracterizado pela razão entre o consumo médio mensal e número usuários do grupo em avaliação:

$$CMU = \frac{E_m}{N} \quad (2)$$

Onde:

- $E_m$  representa energia média mensal (kWh/mês);
- $N$  é número de pessoas que se enquadra no grupo em análise.

Este indicador pode ser utilizado para caracterizar o perfil de consumo de cada grupo da unidade analisada, e, de acordo com os resultados, é possível identificar potenciais pontos de redução aliados aos hábitos de uso.

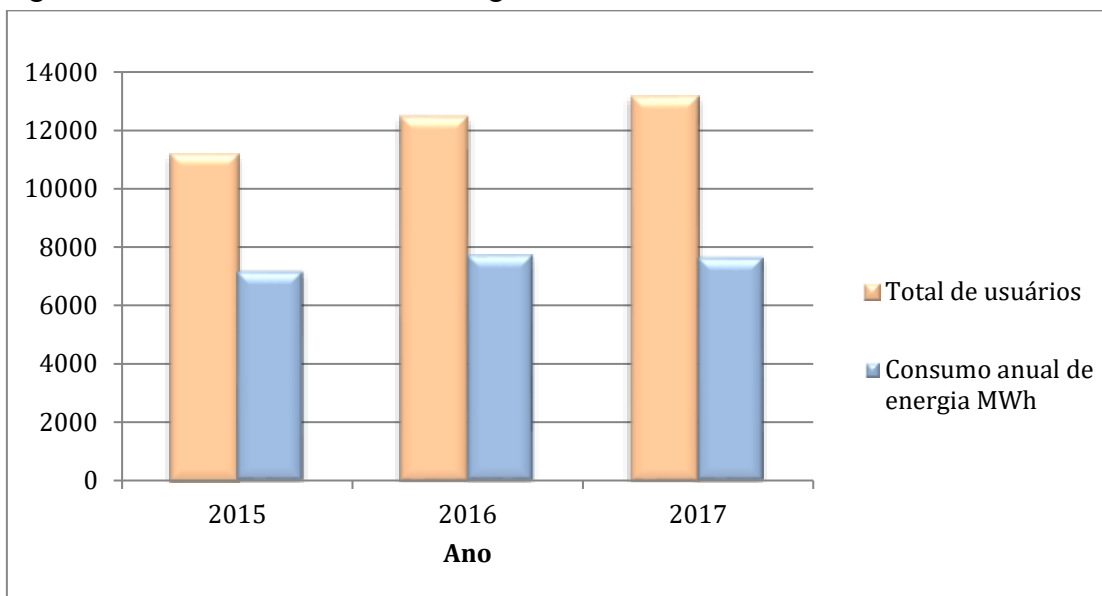
Na UFLA, para o cálculo do *CMU* foram consideradas as informações presentes no Plano de Desenvolvimento Institucional – PDI (UFLA, 2016). Para as Universidades I e II, além das informações presentes do PDI, foram considerados os dados encontrados nas respectivas páginas eletrônicas. Esse indicador foi calculado para os grupos: aluno ( $CMU_A$ ), docente ( $CMU_D$ ), técnicos administrativos ( $CMU_{TA}$ ), total de usuários ( $CMU_G$ ). O período de avaliação apresentado é de janeiro de 2016 a dezembro de 2017. Cada um dos indicadores por grupo foi calculado considerando o consumo total de energia da universidade no mês e o número de indivíduos de cada grupo. Os valores médios e o desvio padrão dos indicadores de consumo médio mensal (*CMU*) para cada grupo avaliado são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Indicadores por grupo de usuários de energia.

|            | UFLA                           |                         | Universidade I                 |                      | Universidade II                |                         |
|------------|--------------------------------|-------------------------|--------------------------------|----------------------|--------------------------------|-------------------------|
|            | Média<br>(kWh/mês/u<br>suário) | Desvio<br>Padrão<br>(%) | Média<br>(kWh/mês/<br>usuário) | Desvio<br>Padrão (%) | Média<br>(kWh/mês/<br>usuário) | Desvio<br>Padrão<br>(%) |
| $CMU_A$    | 48,62                          | 17,00                   | 31,35                          | 12,66                | 93,41                          | 8,54                    |
| $CMU_D$    | 813,31                         | 13,32                   | 465,98                         | 12,68                | 1065,66                        | 6,26                    |
| $CMU_{TA}$ | 1038,06                        | 15,65                   | 480,43                         | 12,97                | 601,59                         | 6,30                    |
| $CMU_G$    | 44,01                          | 16,85                   | 27,68                          | 12,68                | 69,10                          | 7,19                    |

Em seguida, é possível observar, por meio da Figura 5, a relação entre o número total de usuários e o consumo anual de energia pela instituição nos anos de 2015 a 2017. É interessante perceber o seguinte fato: quando há um aumento no número de usuários significativos, o mesmo aumento não acontece para o consumo. Na UFLA, para um aumento de aproximadamente 15% no grupo de usuários, houve um aumento de aproximadamente 6% no consumo de energia elétrica.

Figura 5. Gráfico do consumo de energia anual e o número de usuários da UFLA.



## Indicador de consumo por área construída

O indicador de consumo por área construída (*CAC*) é obtido por meio da razão do consumo de energia em um determinado período, pelo produto da área útil total da unidade e o intervalo de tempo desejado:

$$CAC = \frac{E_m}{A} \quad (4)$$

Em que:

- $E_m$  representa energia média mensal (kWh/mês);
- $A$  é a área útil total (m<sup>2</sup>);

Esse indicador pode ser comparado entre instalações semelhantes, permitindo a obtenção de dados para a verificação da eficiência energética e revelando potenciais de conservação de energia elétrica, como o sistema de iluminação além de auxiliar na padronização de projetos de novos edifícios.

Para o cálculo do indicador por área construída na UFLA, foram utilizados valores da área construída da instituição obtida por meio do plano de desenvolvimento institucional e nos relatórios de gestão. O período avaliado foi de janeiro de 2018 a agosto de 2018. Os resultados são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Indicadores por área construída

|      | Área construída (m <sup>2</sup> ) | <b>CAC</b> (kWh/mês/m <sup>2</sup> ) | Desvio Padrão (%) |
|------|-----------------------------------|--------------------------------------|-------------------|
| UFLA | 237.250                           | 2,52                                 | 9,85              |

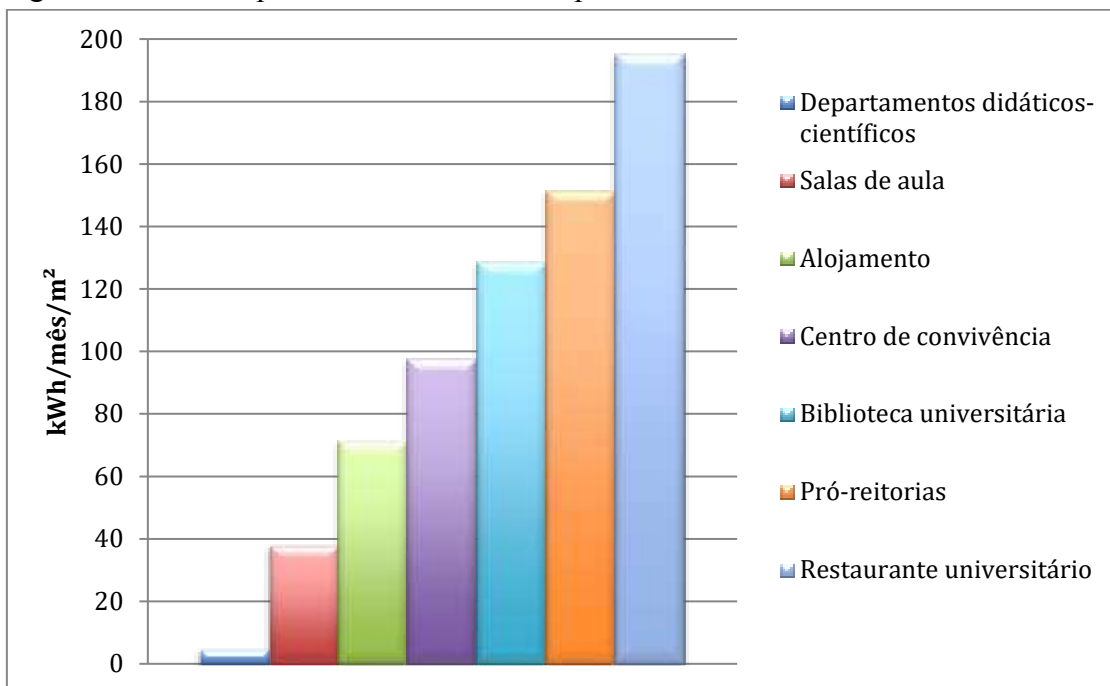
Levando em consideração as diferentes estruturas físicas da UFLA, o indicador calculado é uma fonte de dados que pode auxiliar nos projetos de novos prédios na Instituição, com a implementação de instalações sustentáveis com o uso de energia solar, captação de água da chuva, utilização de técnicas de orientação solar, troca do sistema de iluminação e aparelhos de ar condicionado, entre outros. Tendo em vista a diversidade das construções, alguns locais dentro do *campus* foram escolhidos, a partir da análise da representatividade dentro de universidade. Os locais eleitos para cálculo do *CAC* foram: alojamento estudantil, salas de aula, biblioteca universitária, centro de convivência, restaurante universitário, departamentos didáticos-científicos e pró-reitorias.

Os resultados do *CAC* por local são apresentados na Tabela 5 e na Figura 6. Nesse caso, vale ressaltar que esses indicadores não devem ser avaliados sozinhos e alguns pontos devem ser considerados, como por exemplo, o fato de os departamentos didáticos científicos serem diferentes entre si, com a presença de equipamentos e laboratórios de diferentes naturezas. Essas e outras diferenças não são levadas em consideração nesse indicador, o ponto chave nele é a área construída e não a utilização final de energia elétrica em cada área. Mas, apesar desse fato, é possível obter resultados que sinalizam uma ordem de prioridade para ações de sustentabilidade e eficiência energética.

Tabela 5. Indicadores por área construída nos locais escolhidos na UFLA.

| Local                               | Área construída (m <sup>2</sup> ) | <b>CAC</b> (kWh/mês/m <sup>2</sup> ) | Desvio Padrão (%) |
|-------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|-------------------|
| Departamentos didáticos-científicos | 135.418                           | 4,77                                 | 9,85              |
| Salas de aula                       | 16.960                            | 38,10                                | 9,85              |
| Alojamento                          | 9.078                             | 71,18                                | 9,85              |
| Centro de convivência               | 6.621                             | 97,60                                | 9,85              |
| Biblioteca universitária            | 5.024                             | 128,62                               | 9,85              |
| Pró-reitorias                       | 4.269                             | 151,37                               | 9,85              |
| Restaurante universitário           | 3.311                             | 195,17                               | 9,85              |

Figura 6. Gráfico representando indicadores por área construída nos locais da UFLA.



A partir dos resultados dos indicadores por áreas específicas da UFLA, uma ordem de prioridade de ações pode ser definida em função do indicador, como: restaurante universitário, pró-reitorias, biblioteca universitária, centro de convivência, alojamento, salas de aula e departamentos didáticos científicos. Esse *ranking* fornece um parâmetro para início de ações, mas não é possível desconsiderar as particularidades de cada ambiente, como o restaurante universitário que utiliza muitos equipamentos industriais. Para os outros locais, a realização de campanhas educativas pode trazer bons resultados, incentivando hábitos como apagar as luzes, desligar os computadores ou deixar em modo *stand-by* (menor gasto de energia), utilizar ao máximo a luz natural, abrir janelas no lugar da utilização de ar condicionado, entre outras ações simples.

## Indicadores financeiros

Os indicadores financeiros podem ser classificados em relação a diversas variáveis, dentre eles destacam-se os indicadores financeiros por área construída (*IFAC*) e por número total de usuários (*IFU*), dados por:

$$IFAC = \frac{C_e}{A} \tag{5}$$

$$IFU = \frac{C_e}{N_u} \tag{6}$$

Em que:

- $C_e$  é o custo mensal da energia elétrica (R\$);
- $A$  é a área útil total (m<sup>2</sup>);
- $N_u$  é o número total de usuários incluindo docentes, discentes e técnicos administrativos.

Os resultados obtidos por meio dos indicadores financeiros auxiliam na análise da evolução dos custos com energia elétrica e aponta a parcela de contribuição de cada variável específica (usuário, área etc.) na unidade.

Após obter os custos mensais da energia elétrica para o ano de 2018, utilizou-se a média do período para o cálculo dos indicadores financeiros, estes apresentam valores mensais de custo. Por meio deles é possível apontar a parcela de contribuição de cada variável específica com o custo total de energia elétrica, além de fazer uma ligação direta dos valores gastos com energia e os custos totais das unidades, conforme mostra a Tabela 6.

Tabela 6. Indicadores financeiros por área construída e por usuário.

|  | UFLA  |                   | Universidade I |                   | Universidade II |                   |
|--|-------|-------------------|----------------|-------------------|-----------------|-------------------|
|  | Média | Desvio Padrão (%) | Média          | Desvio Padrão (%) | Média           | Desvio Padrão (%) |
| <b>IFAC</b><br>(R\$/mês/m <sup>2</sup> ) | 1,23  | 13,74             | 1,20           | 16,67             | 1,18            | 11,86             |
| <b>IFU</b><br>(R\$/mês/usuário)          | 21,48 | 17,83             | 16,82          | 18,96             | 30,28           | 16,11             |

Os indicadores financeiros permitem associar o valor gasto pela instituição em relação ao seu custo total. Associado ao indicador de consumo por área construída (*CAC*), o *IFAC* também é uma ferramenta de auxílio para tomadas de decisões em relação a projetos a serem construídos, troca e manutenção de aparelhos de ar condicionado e outros, atualização do sistema de iluminação, entre outros. Vale ressaltar a existência de diferentes infraestruturas nas Universidades estudadas como: estruturas multicampi, presença de restaurante universitário, moradia estudantil, área do *campus* e iluminação pública do *campus*. São algumas características que interferem diretamente na análise feita por meio dos indicadores.

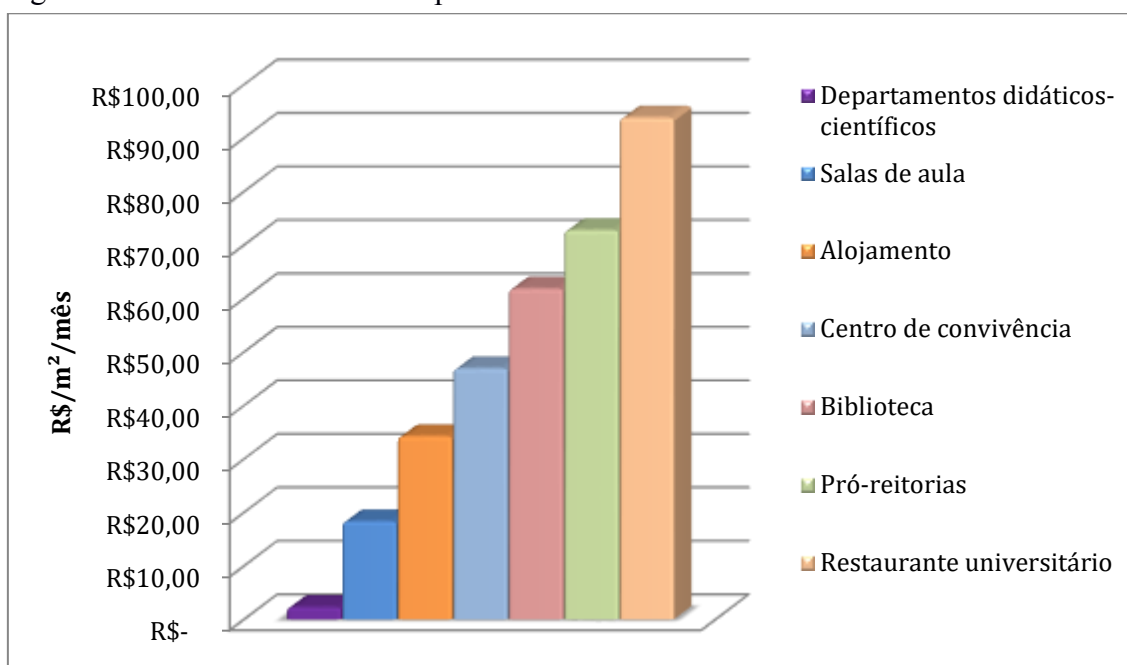
Com o objetivo de enriquecer a análise dos indicadores por área construída de locais específicos da UFLA, os indicadores financeiros foram calculados e são apresentados na Tabela 7 e Figura 7.



Tabela 7. Indicadores financeiros de custo mensal por m<sup>2</sup> construído dos locais específicos da UFLA.

| Local                               | Área construída (m <sup>2</sup> ) | <b>IFAC</b> (R\$/mês/m <sup>2</sup> ) | Desvio Padrão (%) |
|-------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------|
| Departamentos didáticos-científicos | 135.418                           | 2,29                                  | 13,82             |
| Salas de aula                       | 16.960                            | 18,31                                 | 13,82             |
| Alojamento                          | 9.078                             | 34,21                                 | 13,82             |
| Centro de convivência               | 6.621                             | 46,91                                 | 13,82             |
| Biblioteca universitária            | 5.024                             | 61,82                                 | 13,82             |
| Pró-reitorias                       | 4.269                             | 72,75                                 | 13,82             |
| Restaurante universitário           | 3.311                             | 93,80                                 | 13,82             |

Figura 7. Indicadores financeiros por área construída nos locais da UFLA.



Sendo assim, com os resultados obtidos, é possível estabelecer uma relação monetária de cada espaço escolhido, além de apontar a parcela de contribuição mensal de cada local em relação ao custo total de energia do *campus*, tendo a mesma lista de prioridade do indicador por área construída e assim como discutido anteriormente, não é possível desconsiderar as particularidades de cada área estudada.

## Projeto de Eficiência Energética – PEE CEMIG

O plano de eficiência energética da UFLA abrange, entre outros projetos de sustentabilidade, tais como, compras sustentáveis de acordo com o Plano de Logística Sustentável –PLS(UFLA-DMA,2019) descarte das lâmpadas, reatores, ar condicionado de acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS- Lei 12.305), um projeto para reduzir o consumo de eletricidade. Além de implementar ações de automação de

processos, eficiência dos equipamentos, da gestão de energia e da utilização de sistemas de geração de energia a partir de fontes renováveis. O Plano de Eficiência Energética está na fase IV que é implantação de usinas fotovoltaicas. As três primeiras fases que completaram nesse ano, ainda não estão totalmente representadas nos indicadores devido aos aspectos da pandemia.

Uma das primeiras soluções para diminuir os custos com a energia elétrica é a substituição das lâmpadas fluorescentes pelas lâmpadas LED. A utilização de lâmpadas LED pode reduzir em torno de 50% do consumo com iluminação, e vem sendo uma prática muito comum em projetos de eficiência energética.

Uma das principais ações da instituição, buscando alcançar as metas de eficiência energética, foi a submissão anual, entre 2016 e 2018, de projetos nas chamadas públicas da Cemig (PEE- Projetos de Eficiência Energética). Visando cumprir regulamentos estabelecidos pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), as concessionárias de energia elétrica devem destinar anualmente uma parcela de sua receita para os Projetos de Eficiência Energética.

Na primeira etapa do PEE UFLA-CEMIG, aprovado na chamada pública CPP 001/2016 – CEMIG, foram substituídas 7.349 lâmpadas pelos modelos de LED, e 33 condicionadores de ar para a economia de energia. Os locais foram escolhidos de forma estratégica visando atender áreas de maior consumo de energia. Os indicadores energéticos obtidos anteriormente foram levados em consideração como auxílio à tomada de decisão dos locais onde os investimentos deveriam ser direcionados prioritariamente.

A Figura 8 mostra uma foto aérea noturna do Restaurante Universitário e Centro de Convivência da UFLA, um dos locais onde a troca por lâmpadas LED foi implementada já na primeira etapa do projeto. Observa-se a região de maior circulação de pessoas já com iluminação LED (lâmpadas mais claras) e outras ainda com iluminação tradicional.

Na primeira etapa, o investimento total da concessionária foi de R\$1.561.712,03. Como resultado, reduziu-se a demanda no horário de ponta em 210,92 kW e consumo de energia elétrica em 983,99 MWh/ano.

A segunda e a terceira etapas do projeto, aprovadas nas Chamadas Públicas CPP 001/2017 e 001/2018, previram a troca de 17.329 e 8.886 lâmpadas pela tecnologia LED. Os investimentos foram de R\$1.737.886,13 e R\$1.117.088,98, para a segunda e terceira etapas respectivamente.

Figura 8. Vista superior noturna do Centro de Convivência da Universidade Federal de Lavras



Ao final da execução das três etapas do projeto estimou-se uma redução de 433,24 kW de demanda no horário de ponta e 2.264,22 MWh/ano no consumo de energia elétrica. A Figura 9 apresenta uma foto aérea noturna da UFLA, onde já possível observar que a maior parte da iluminação pública das áreas mais frequentadas já possui iluminação com a tecnologia LED.

Figura 9. Vista superior noturna da Universidade Federal de Lavras



A implementação desses projetos de eficiência energética resultaram em um percentual de redução do consumo da instalação de 30%. A energia elétrica economizada atende a mais de 100 dias de consumo da UFLA. E ainda precisa ser considerado que a Universidade continua crescendo e inaugurando novas obras.

Os equipamentos e lâmpadas instalados são mais eficientes energeticamente, e não possuem em sua composição metais pesados ou gases que causam danos à atmosfera. Além disso, o descarte das lâmpadas substituídas foi realizado por empresa especializada, reduzindo ao máximo os impactos ambientais.

Ao final de cada etapa do projeto foram realizados treinamentos na UFLA sobre o uso consciente da energia elétrica, visando reforçar a importância da participação da comunidade acadêmica para o sucesso do projeto.

## Sistemas de Geração Fotovoltaica da UFLA

Conforme já citado anteriormente, diversas são as ações dentro do *campus* universitário da UFLA voltadas para a sustentabilidade e eficiência energética. Dentre elas destaca-se a instalação de sistemas de geração fotovoltaica em vários pontos do *campus*.

A inserção de sistemas de geração fotovoltaica pode trazer diversos benefícios à rede elétrica, tais como, a diminuição das perdas e redução de sobrecargas em sistemas de transmissão e distribuição (PITT; MICHAUD, 2015). Além disso, como no Brasil a geração de eletricidade é predominantemente hidroelétrica, o aumento do uso de fontes alternativas de energia é extremamente importante para a diversificação da matriz energética, aumentando a sua confiabilidade. Apesar de ser uma tecnologia já difundida em países desenvolvidos, a geração de energia elétrica por meio de sistemas fotovoltaicos ainda está em crescimento no nosso país.

As primeiras placas fotovoltaicas da UFLA pertencem a 5 ecobicicletários instalados em diferentes locais da universidade com capacidade de geração total de 25kWp. Cada um dos bicicletários é coberto por 21 módulos fotovoltaicos integrados à estrutura, como mostra a Figura 10.

Figura 10. Ecobicicletário instalado próximo ao restaurante universitário



Além disso, os bicicletários podem abrigar até 30 bicicletas cada e constituem uma forma de incentivar a utilização das bicicletas como veículos alternativos de transporte. As estruturas ganharam o prefixo “eco” por fazerem parte de um projeto maior, ainda em desenvolvimento, para contemplar a geração de formas alternativas e limpas de energia na Universidade. Pode-se ver então, os eco-bicicletários como instrumentos para disseminação de tecnologias inovadoras, limpas, renováveis e sustentáveis, e como complemento às ações já consolidadas empreendidas pelo Plano Ambiental.

Dentro dessa iniciativa foi assinado com a Cemig, em Junho de 2014, um convênio para instalação no *campus* de uma pequena usina solar fotovoltaica experimental de 13kWp, que servirá à capacitação técnica de estudantes, técnicos, professores em projetos fotovoltaicos. Essa usina permitirá a implantação, acompanhamento e desenvolvimento de novas tecnologias em materiais e células

fotovoltaicas. Foram recebidos 250 painéis fotovoltaicos que foram instalados junto a um dos ecobicicletários, como mostra a Figura 11.

Figura 11. Mini Usina de Geração Fotovoltaica em parceria com CEMIG



Por fim, encontra-se em fase de instalação um nova usina de geração fotovoltaica, localizada no estacionamento do centro de eventos, que visa suprir os gastos energéticos com o sistema de climatização dos pavilhões de aula e a expansão da UFLA nos últimos anos. Após levantamento, a Pro-Reitoria de Infraestrutura da UFLA (PROINFRA) estimou que apenas para climatização destas salas de aula ocorrerá um aumento 33.000 kWh/mês no consumo mensal de energia elétrica, o que representa 5% do consumo atual de toda a UFLA.

Visando minimizar o impacto do crescimento da instituição no consumo de energia elétrica estão sendo instalados cerca de 1,5 MWp em geração fotovoltaica. O objetivo final é que com esta usina seja possível suprir cerca de 30% de toda demanda da UFLA.

## Considerações finais

A aplicação de indicadores energéticos é uma ferramenta importante para auxiliar os gestores das instituições; a partir dos resultados obtidos, é possível caracterizar o uso de energia em locais, grupos de usuários e horários, possibilitando a tomada de decisões com maior assertividade. Por fim, os indicadores estudados são utilizados como fontes de informações para auxílio em projetos de eficiência energética, apontando locais com prioridade de ações. Este local na UFLA é o restaurante universitário, esses indicadores motivaram a elaboração do projeto RU Sustentável com ações de eficiência energética, economia de água, tratamento de resíduos orgânicos, embalagens, refrigeração e reestruturação de espaços físicos.

Além disso, é válido destacar o interesse da Universidade Federal de Lavras em gerir com eficiência os recursos utilizados. A UFLA em sua busca contínua por um desenvolvimento sustentável, ocupa, segundo o UI Green Metric ranking – edição de 2019, a segunda colocação como instituição de ensino superior mais sustentável da América Latina e no Brasil e a 29ª posição entre todas as 780 instituições participantes.

A Direção Executiva da UFLA dentre outras iniciativas, estabelece políticas de gestão interna em conformidade com suas responsabilidades socioambientais em seu Plano de Desenvolvimento Institucional – PDI (UFLA, 2016) e o Plano de Logística Sustentável –PLS (UFLA-DMA, 2019).

## Referências

ABREU, Yolanda Viera; OLIVEIRA, Marco Aurélio Gonçalves; GUERRA, Sinclair Mallet-Guy. **Energia, Sociedade e Meio Ambiente**. Universidad de Málaga, Espanha: [s.n.], 2010. 175 p. .13: 978-84-693-3774-5.

BRASIL. ANEEL. **RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 414, DE 9 DE SETEMBRO DE 2010**. Dispõe sobre as condições gerais de fornecimento de energia elétrica. Brasília, 2010. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/documents/656877/14486448/bren2010414.pdf/3bd33297-26f9-4ddf-94c3-f01d76d6f14a?version=1.0>. Acesso em: 20 maio 2020.

EPE. Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2019: Ano base 2018. **Empresa de Pesquisa Energética – Rio de Janeiro** p. 88 , 2019.

FERNANDES, Djair Roberto. Uma contribuição sobre a construção de indicadores e sua importância para a gestão empresarial. **Revista FAE** v. 7, n. 1, p. 1–18 , 2004.

HADDAD, Jamil *et al.* **Eficiência energética: integrando usos e reduzindo desperdícios**. 1. ed. Universidade do Estado de Michigan : Agência Nacional de Energia Elétrica, 1999. 432 p. .

MORALES, Clayton. Indicadores de consumo de energia elétrica como ferramentas de apoio à gestão: classificação por prioridades de atuação na Universidade de São Paulo. 2007. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Potência - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

PEPLOW, L. A.; BETINI, R. C.; GOBER, C. J. Avaliação do impacto no sistema energético a partir de projetos de eficiência energética em instituições de ensino tecnológico e superior. Trabalho apresentado no Congresso Brasileiro De Planejamento Energético, 2016, Gramado, RS.

PITT, Damian; MICHAUD, Gilbert. Assessing the Value of Distributed Solar Energy Generation. **Current Sustainable/Renewable Energy Reports** v. 2, n. 3, p. 105–113 , 2015.4051801500.

SAIDEL, M A; FAVATO, L B; MORALES, C. Indicadores Energéticos E Ambientais : Ferramenta Importante Na Gestão Da Energia Elétrica. **I Congresso Brasileiro De Eficiência Energética** p. 131–136 , 2005.

SCHIPPER, Lee *et al.* Indicators of energy use and carbon emissions: Explaining the energy economy link. **Annual Review of Energy and the Environment** v. 26, p. 49–81 , 2001.

UFLA-DMA. **Plano de Logística Sustentável - UFLA**. Lavras: [s.n.], 2019. Disponível em: <<http://www.dma.ufla.br/site/>>. Acesso em: 20 jan. 2020.

UFLA. *A UFLA em números*. Disponível em: <<https://ufla.br/aceso-a-informacao/10-institucional/sobre-a-ufla/12848-ufla-em-numeros>>. Acesso em: 1 fev. 2020.

UFLA. *A universidade Centenária*. Disponível em: <<https://ufla.br/aceso-a-informacao/10-institucional/sobre-a-ufla/3-a-universidade-centenaria>>. 1 abr. 2020.

UFLA. **Plano de Desenvolvimento Institucional 2016-2020**. Lavras: [s.n.], 2016. Disponível em: <<http://www.ufla.br/pdi/consulte-o-pdi/>>. Acesso em: 22 abr. 2020

BRASIL. *Lei 12.305*, de 2 ago. 2010. *Política Nacional de Resíduos Sólidos*. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF. Disponível em: <[www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/.../lei/112305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/.../lei/112305.htm)> Acesso em: 31 ago. 2020.

## **Capítulo 22**

***Campus sustentável:***

**Análise sobre parcerias na  
governança – mobilidade  
universitária com transporte não-  
motorizado e o Direito Ambiental**

*Paulo Santos de Almeida  
Marina Tavares Edmundo*



Paulo Santos de Almeida

Professor Doutor na Escola de Artes, Ciências e Humanidades (EACH) da Universidade de São Paulo (USP), no Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade (PPG-S) e no curso de Bacharelado em Gestão Ambiental. Doutor em Direito das Relações Sociais pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Ex-Diretor Executivo e Presidente da Fundação para a Conservação e a Produção Florestal do Estado de São Paulo (Fundação Florestal). Assessor Técnico da Superintendência de Gestão Ambiental da Universidade de São Paulo (SGA-USP). Pesquisador-Líder do Grupo de Estudos e Pesquisa em Cidade, Sustentabilidade e Gestão Ambiental (CIDSGAM) certificado junto ao CNPq. Visiting Scholar na University of California, San Diego (UCSD), no ILAR (Laboratory of International Law and Regulation) da IR/PS (School of International Relations and Pacific Studies) entre 2014-2015, com auxílio de bolsa de pós-doutoramento pela CAPES-Brasil. Em sua produção científica tem-se: sustentabilidade, mudanças climáticas, os direitos dos animais, o direito à cidade sustentável e os Direitos Humanos.



Marina Tavares Edmundo

É graduanda no curso de Gestão de Políticas Públicas na Escola de Artes Ciências e Humanidades – EACH na Universidade de São Paulo - USP. Já fez parte da VERTUNO, empresa júnior do curso de Gestão de Políticas Públicas da USP. Atuou em projetos de pesquisa e extensão nos temas de gênero e direito ambiental e é servidora pública na prefeitura de São Paulo.



## Introdução

Este capítulo será exclusivamente focado na relação dos *campi* sustentáveis com a mobilidade, sobretudo na ação de promoção de veículos não motorizados, caracterizada aqui pelo fomento do uso de bicicletas compartilhadas dentro dos *campi* universitários.

Medida que representa um significativo passo para promoção da mobilidade sustentável dentro dos *campi* universitários, uma vez que também cumpre com os critérios de sustentabilidade apontados por Sachs (2000, p. 85), dialogando com as dimensões territoriais e políticas da sustentabilidade.

Dado que o amplo uso de bicicleta garante as medidas colocadas como critério por Sachs (2000, p. 86) para aquilo que se entende por sustentabilidade territorial, representada aqui, pela “*configuração rural e urbana balanceada*” e da promoção da “*melhoria do ambiente urbano*”.

Já a dimensão da sustentabilidade Política Nacional é correspondida pela noção de “democracia definida em termos de apropriação universal dos direitos humanos; desenvolvimento da capacidade do Estado para implementar o projeto nacional em parceria com todos os empreendedores, e um nível razoável de coesão social” (SACHS, 2000, p. 87).

Ambas as dimensões mencionadas estão muito presentes através do oferecimento do uso de bicicletas como alternativa e substituição dos veículos motorizados dentro dos *campi* universitários da USP.

Sua relação se elucida também por estar prevista em demais instrumentos, vistos pela Resolução nº. 7.625/2019, que institui normas sob o compartilhamento de bicicletas nos espaços da Universidade de São Paulo e ao Objetivo 17 de Desenvolvimento Sustentável da ONU que estimula a formação de parcerias entre diferentes níveis em prol do desenvolvimento sustentável.

Assim se entende que os valores constituídos acerca do que se compreende como *campus* sustentável são garantidos dentro da Universidade de São Paulo por políticas próprias, que nesse caso corresponde a Política Ambiental da Universidade, vista pela Resolução nº. 7.465/2018.

Importante notabilizar que a Resolução que institui a Política Ambiental da Universidade de São Paulo (USP, 2018) está alinhada ao plano de gestão ambiental, ou seja, de Planos Diretores Ambientais que de modo geral, compreendem que a universidade deve promover ações de diálogo com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Que neste capítulo é examinado a partir do prisma de um único objetivo, o Objetivo de número 17, que trabalha com a questão de parcerias e que neste caso, é explorado na relação de promoção da mobilidade não-motorizada.

Essas interações demonstram como as Instituições de Ensino Superior (IES) além de levar conhecimento e tecnologia para futuros gestores, possuem influência e um importante papel na comunidade onde atuam, ocupando um relevante lugar pelo alcance de um desenvolvimento mais sustentável de dentro para fora da universidade.

Passando a servir igualmente como exemplo e agente transformador, uma vez que através de um modelo de governança, inflige também, em importantes fatores (EMPINOTTI; JACOBI; FRACALANZA, 2016, p. 9) correspondidos pelo: processo participativo, — aqui envolvendo todos os estudantes, comunidade universitária e arredores —, mas ganhando destaque, sobretudo, para o processo de aprendizagem, que meio a este contexto, possui dimensões de impacto mais profundas.

Essas constatações indicam também como os *campi* sustentáveis se tornaram potenciais alicerces para a execução de políticas ambientais e/ou de aspectos sustentáveis meio a sociedade, fato qual evidencia uma profundidade exploratória ainda em desenvolvimento nas instituições de ensino superior (IES).

Isso porque, embora possua potencial de servir como um mecanismo transformador dentro da universidade tão como para fora, seja em sua comunidade e região próxima, a ideia de *campi* sustentáveis ainda não é amplamente difundida, mas encontrada em experiências pontuais de universidades já pré-dispostas a essa prática.

Exposta a dimensão e a importância do potencial desses *campi* sustentáveis, se torna válido questionar os aspectos articuladores envolvidos que compõem essas instituições. Ilustrado aqui primordialmente pela governança universitária, mas sendo igualmente relevante, entender os conceitos e valores acerca do que amplamente se compreende por *campi* sustentáveis e mobilidade, para que se possa só assim, avaliar de que modo a noção desses conceitos tem atuado em conjunto e progredido no decorrer dos anos para promover e/ou ampliar o desenvolvimento sustentável e o direito ambiental nas universidades.

## **Governança e suas particularidades**

Para analisar a gestão dos *campi* sustentáveis em relação à mobilidade não motorizada, buscou-se antes de tudo, compreender qual o modelo de governança é operado na Universidade de São Paulo.

Estudiosos como Rhodes (1996) e Capella (2008) afirmam que embora o termo governança seja utilizado por muitos pesquisadores de diferentes áreas, o termo não possui um consenso de uso claro, apresentando inclusive, uma compreensão distinta em diferentes áreas.

A autora Capella (2008) discorre sobre os diferentes entendimentos acerca do conceito dentro dos tantos usos práticos e teóricos. E relaciona meio a isso, o entendimento da governança recorrentemente ligada à participação, transparência e *accountability* dos recursos públicos.

O que dialoga com o que dizem Empinotti; Jacobi; Fracalanza (2016, p. 9) em “*Transparência e a governança das águas*”, ao enaltecerem a importância do elemento da transparência, sobretudo quando inserida numa temática ambiental, tendo em vista, que a governança ambiental é composta por um elemento político, responsável pelo equilíbrio de interesses e realidades de disputas políticas.

Rhodes (1996, p. 652) coloca que o termo governança é popular mas impreciso (*The term governance is popular but imprecise*) considerando que a mesma possui para o autor, ao menos seis usos, sendo alguns deles relacionados à compreensão de Estado mínimo, governança corporativa, boa governança e até uma compreensão de auto-organização (*self-organizing networks*) com redes, sendo o resultado de uma transformação da concepção de um governo local para a ideia de uma governança local, passando a envolver conjuntos complexos de relação entre os setores público e privado (RHODES, 1996).

Em síntese, para além de concepções diferenciadas e distintas, existe a diferença fundamental de governança entre o primeiro e segundo setor. Compondo uma “Governança por Regras” que orienta o setor público e a “Governança por princípios”

que guia o setor privado, tendo em mente que o indivíduo no setor privado pode agir com liberdade naquilo que a lei não o veda (BERNINI, 2015, p. 11).

Capella (2008, p.11) relata que no caso especificamente brasileiro existe uma percepção amplamente compartilhada de que o termo governança é entendido pela ideia de “*governabilidade*”, a qual remete a noção de legitimidade, condição de autoridade e realização política. Percepção que segundo a autora, se difere do real conceito de governança. Dado que esta corresponde na verdade mais pela forma de utilização dessa autoridade, fortalecendo ideias de gestão e de associações e redes. Em suma, é possível dizer que para Capella (2008), governança esta associada a forma do exercício de poder, assemelhando-se a um modelo de gestão, que por sua vez, está inerentemente incorporado às características do governo.

## **Governança e os campi sustentáveis**

Diante do exposto, aqui se adota como conceito de governança a compreensão da forma como o poder, a soberania de gestão é executada. Analisando para isso, o uso dos recursos de gestão, e que neste caso, é visto por normas jurídicas legais e diretrizes adotadas por parte da universidade, aqui compreendidas pelas resoluções nº 7.465/2018 e 7.625/2019 que instauram a Política Ambiental da USP e normas para o compartilhamento de bicicletas nos *campi* da universidade (USP, 2018; USP, 2019). Estas que se demonstram suscetíveis às diretrizes colocadas pelo Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 17, que visa à promoção de parcerias em prol de atingir ações de caráter sustentável.

Nesse sentido, ao se pensar na promoção de *campi* sustentáveis que agem através de ações e projetos que viabilizam o uso de veículos não motorizados, é possível elencar diferentes aspectos da governança universitária dentro da USP.

A experiência de governança da mobilidade na Universidade de São Paulo se configura por meio de múltiplas ações. Ganhando destaque aqui para três delas, em especial, a Resolução nº 7.465/18 da USP, O Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) número 17 e a Resolução nº 7.625 de 12 de Março de 2019 (USP, 2018; USP, 2019).

Instrumentos muito convenientes para análise, uma vez que de acordo com Galès E Lascoumes (2012) é sabido que os instrumentos da ação pública (IAP) não são ausentes de uma lógica, mas se configuram na verdade, por estarem associados conforme o modelo de governo.

Assim, este conjunto de instrumentos demonstra o modelo de governança universitária adotado pela Universidade de São Paulo e conjuntamente, atenta para a importância de compreender essa interação de modo a concretizar ações sustentáveis práticas.

### **a) A Resolução nº 7.465/2018 – USP**

Assinada em 11 de janeiro de 2018 a Resolução 7.465 institui na Universidade de São Paulo, a Política Ambiental da Universidade. A política tem o objetivo de promover ações sustentáveis e reforçar a importância da gestão e educação ambiental, de modo que vise conservar e fazer uso racional dos recursos naturais.

Além disso, ela assume como compromisso da Universidade de São Paulo servir como exemplo, atingindo a missão de aplicar os princípios de sustentabilidade na comunidade universitária e sociedade. Fornecendo juntamente a isso, uma educação ambiental. Dialogando, portanto, com proximidade de princípios educacionais de *campi* sustentáveis.

Esta Política Ambiental da USP é composta por Políticas Ambientais Temáticas, o Plano de Gestão Ambiental da USP, os Planos Diretores Ambientais e Programas Ambientais. Além é claro, dos princípios sustentáveis tão como seus instrumentos e diretrizes.

Essas diretrizes prevêm atuação em diferentes âmbitos, tais como: I – administração; II – água e efluentes; III – áreas verdes e reservas ecológicas; IV – edificações sustentáveis; V – educação ambiental; VI – emissões de gases do efeito estufa e gases poluentes; VII – energia; VIII – gestão de fauna; IX – mobilidade; X – resíduos; XI – uso e ocupação territorial.

Tendo em vista como o principal aqui, o de número IX referente à mobilidade. Embora dentre os dezenove princípios estabelecidos na Política Ambiental da USP, outros pontos se destacam e permeiam relações relevantes para este capítulo, como os: V – educação ambiental e o XI – uso e ocupação territorial.

Esses princípios são importantes pois também elucidam o modelo de governança operado através de uma ferramenta universitária, que é a Política Ambiental prevista na própria Resolução nº 7.465/2018. Essa que por sua vez, também tem incorporada em si outras políticas e planos de objetivos amplos e similares, caracterizando um objetivo estratégico em formular uma gama de objetivos sustentáveis centrados em um único instrumento: A Política Ambiental.

### **b) Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)**

Os objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) foram apresentados no ano de 2015 na cúpula de uma assembleia geral da ONU com Estados-membros e civis.

Na assembleia, foram assumidos compromissos que tinham como pretensão fomentar e alcançar um desenvolvimento sustentável e que viessem a contribuir para a temática ambiental. Os objetivos fazem parte de uma agenda para pessoas e, sobretudo, para o planeta até o ano de 2030, denominada “Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável” (ONU, 2015).

Dentre a gama de objetivos elencados, será dado foco aqui em apenas um, o de número 17 de “Parcerias e Meios de Implementação”, que visa fortalecer os meios de implementação e revitalizar a parceria global para um desenvolvimento sustentável. Este objetivo é destrinchado em eixos de cooperação e parcerias para determinadas finalidades, como: finanças, tecnologia, capacitação, comércio e questões sistêmicas.

O objetivo também dialoga com a Lei n.º 12.587, de 03 de Janeiro de 2012 (BRASIL, 2012) que confere a Política Nacional de Mobilidade Urbana, disposta a seguir:

“Art. 2º A Política Nacional de Mobilidade Urbana tem por objetivo **contribuir para o acesso universal à cidade**, o fomento e a concretização das condições que contribuam para a efetivação dos princípios, objetivos e diretrizes da política de desenvolvimento urbano, por meio do planejamento e da gestão democrática do Sistema Nacional de Mobilidade Urbana.

Art. 3º O Sistema Nacional de Mobilidade Urbana é o conjunto organizado e coordenado dos modos de transporte, de serviços e de infraestruturas que garante os deslocamentos de pessoas e cargas no território do Município. (“g.n.”).

É possível conceber que a Política estabelece uma ação integrada em diferentes níveis e instâncias governamentais. Incluindo consequentemente dentro disso, o ensino superior. Fato que também atenta para uma necessidade emergente de coordenação dos modais de transporte, mesmo aqueles, não motorizados.

Além disso, a Política também salienta o interesse ao envolvimento coletivo mútuo para atingir metas ambientais. Tendo como central aqui, os *campi* universitários como objeto de exploração ideal para a utilização de transporte não-motorizado.

Diante esse contexto, o capítulo investiga quais são as consequências da formação de parcerias na governança da mobilidade universitárias. Sobretudo com enfoque para a mobilidade na Universidade de São Paulo, estimulada principalmente, através do oferecimento de bicicletas para locomoção no *campus*. Ação que implica diretamente na ampliação do desenvolvimento sustentável no *campus* universitários, tão como, nos arredores de sua região.

## A compreensão de mobilidade

Embora a mobilidade tenda a ser vista de forma segmentada e frequentemente associada ao olhar tarifário ou de tráfego (NETTO; RAMOS, 2017, p.1), esse cenário a longo prazo dificulta o olhar e a percepção geral no toca os aspectos sociais relacionados a mesma.

Um outro ponto essencial se refere às diferentes formas de deslocamentos na mobilidade. Que podem ser vistas através de dois principais meios: veículos motorizados e não-motorizados. Nos quais os motorizados competem a meios usuais diversos, como: motos, carros, ônibus, enquanto os não-motorizado correspondem em suma ao modal da bicicleta e a pé, como se depreende da interpretação da legislação (BRASIL, 2012).

Aqui com o olhar voltado para os meios de transporte não-motorizado. Sobretudo no que compete a promoção de bicicletas para locomoção dentro de alguns *campi* da Universidade de São Paulo.

Com esse recorte é igualmente interessante questionar de que forma a mobilidade pode se relacionar na vivência dos indivíduos. Considerando que a mobilidade está associada a saúde humana, ao ecossistema e ao modelo do desenvolvimento urbano, tão como sua deterioração.

Iniciada nos anos 1960, a questão da mobilidade se deparou com um aumento acelerado no contingente urbano brasileiro, que ao não responder de prontidão, mostrou como reflexo a precarização da mobilidade em muitas cidades, fato que trouxe consigo um prejuízo na forma de vida da sociedade brasileira (VASCONCELLOS; CARVALHO; PEREIRA, 2011 *apud* NETTO; RAMOS, 2017, p. 3). Estando dentre eles, questões próprias de saúde física e mental que estariam ligadas às formas de mobilidade ao alcance de cada indivíduo (SALDIVA, 2010 *apud* NETTO; RAMOS, 2017, p.3).

Embora sejam conhecidas outras alternativas de transportes para mobilidade, que além do carro e serem inclusives mais saudáveis e sustentáveis, “os prejuízos econômicos, ambientais, físicos e psicológicos da urbanização desordenada já fazem parte do senso

*comum da população*” (NETTO; RAMOS, 2017, p. 3), constatação que expõem profundas características enraizadas na realidade da mobilidade brasileira.

Isso expressa o cenário existente da mobilidade brasileira, constituído a partir de interações marcantes no decorrer da história. Marcada por aspectos como a ascensão do neoliberalismo, que na década de 1980, acenava fortemente para o crescimento da indústria automobilística (NETTO; RAMOS, 2017, p. 5) e tencionava diretamente a mobilidade para ser pautada no transporte de carro individual.

Décadas mais tarde, essa percepção de mobilidade se viu reduzida ao carro, com a concretização de normas de tráfego e tributárias que não se alteraram muito. Relação de experimento da concepção mobilidade. Enraizando em conjunto a construção do conceito acerca do tema mobilidade socialmente e na política.

A deterioração da mobilidade em detrimento a adoção de alternativas e modelos mais limpos e sustentáveis decorreu para além de históricos ou de interesses industriais, mas se deu também devido a ausência de comprometimento a causa ambiental por parte de representantes políticos (NETTO; RAMOS, 2017, p. 8) que em longo prazo, evidenciaram o negligenciamento completo pela causa.

Embora possa parecer desanimadoras as perspectivas diante das recorrentes contradições históricas, é importante atentar para a crescente demanda e o surgimento de diálogos por alternativas. Cenário que por si só, já favorece impulsionar melhorias — como as resoluções nº: 7.465/2018 que prevê a Política Ambiental da USP e a Resolução 7.625/2019 que regulariza o compartilhamento de bicicletas na USP — considerando que “*as mudanças vêm sempre de coletivos e grupos que trazem à tona discussões*” (CALLEJA *apud* NETTO; RAMOS, 2017, p.9).

### **a) Os Casos de Mobilidade na USP**

A mobilidade então compreendida para além do campo teórico focado nas práticas sociais e simbólicas, é desassociada de uma relação exclusiva ao uso do automóvel. Mas ainda concebida enquanto forma de deslocamento.

Além do modo de se deslocar, o entendimento de mobilidade incube também a consciência de capacidade de mobilidade. Ou seja, a percepção dos múltiplos modais de uso possíveis para se deslocar.

Além disso, na USP é interessante compreender a forma de governança em torno da mobilidade de diferentes unidades. Analisando principalmente, se existem e como se configuram os projetos e/ou programas que ofereçam a disposição de bicicletas para circulação dentro e nos arredores das áreas dos *campi* universitários. Questionando conjuntamente, o papel das parcerias nessa dinâmica de disposição de bicicletas.

Visando por fim discorrer, sobre qual seria o impacto da formação de parcerias para o transporte de veículos não-motorizados nos *campi* universitários, tendo em vista o já oferecimento de modais em locais remotos da cidade de São Paulo.

### **b) Os Casos de Bicicletas Compartilhadas na USP**

#### **Pirassununga**

Enfocando então o olhar também para o prático, se torna válido avaliar o funcionamento de sistemas de oferecimento de bicicletas nos *campi* universitários da

USP. Sobretudo nos *campi* em que programas e/ou projetos em que a locomoção com bicicletas compartilhadas foram implementados.

Neste universo de amostra é possível elencar experiências realizadas em diferentes *campi* da mesma universidade, ilustrados por exemplos como o programa no *campus* de Pirassununga, que inspirados na Lei nº 12.587, de 03 de janeiro de 2012 (BRASIL, 2012) busca instituir políticas para melhora da mobilidade urbana

Ocupando o posto de maior extensão territorial da USP, o *campus* de Pirassununga tem em torno de 2.239 hectares. Espaço considerado grande e que se tornou ideal para aplicar o projeto “*Vamos de Bike*”, que em essência, tinha dois objetivos centrais: incentivar o uso da bicicleta como meio de locomoção e estimular visitas no outro projeto do *campus*, o “Trilhas Ecológicas”, principalmente por parte dos alunos e para aulas ambientais (Projeto “*Vamos De Bike*”, Sítio web *Campus* Fernando Costa Sustentável).

Figura 1– Estação de bicicletas compartilhadas



Fonte: Sítio web *Campus* Fernando Costa Sustentável

Figura 2 – Totem eletrônico para liberação da bicicleta



Fonte: Sítio web *Campus* Fernando Costa Sustentável

Embora já houvesse sido pensando no ano de 2015, foi apenas realmente implementado no ano de 2017. Dentre tantas causas, o longo prazo até a implementação

do projeto se deu também por conta da prefeitura do *campus* (PUSP-FC) alegar ter precisado de tempo para buscar formas de baixo custo para a execução do projeto.

Após iniciado, o projeto passou a contar com a disposição de 30 bicicletas compartilhadas, que gratuitamente serviam de forma para favorecer e melhorar a circulação no *campus*. Bastando apenas, ter um cartão USP e estar de acordo com o termo de responsabilidade para fazer uso dos modais (JORNAL USP, 2017).

Um fato curioso é que o projeto “Vamos de Bike” foi implementado apenas após outro projeto, aqui anteriormente mencionado, o “Trilhas Ecológicas”. Este que também foi fundamentado na Lei nº 12.587/2012 que institui a Política Nacional de Mobilidade Urbana (BRASIL, 2012).

Devido ao seu tamanho, o *campus* de Pirassununga possui vasta possibilidade para o lazer. O que faz com que a disposição de bicicletas também viesse contribuir para a melhora da qualidade de vida dos locais. Uma vez que serviria como uma alternativa extra de locomoção, passa-se a ter uma democratização nas formas de acesso, permitindo que mais pessoas ocupassem e interagem no espaço em que convivem.

### **Butantã**

Outro bom exemplo se encontra no *campus* Butantã, no qual foi realizada a experiência do sistema de compartilhamento de bicicletas denominado “Pedalusp”. Que foi uma iniciativa de dois alunos no curso de engenharia da USP que estavam inseridos no Programa de Pesquisa e Experimentação para a Sustentabilidade do *Campus* (ProPESQ) Maurício Villar e Maurício Matsumoto no ano de 2009 (REVISTA ESPAÇO ABERTO USP, 2011).

Figura 3 - Base de Emprestimo do Projeto Pedalusp na estação Butantã do metro



**Fonte:** Imagens Usp: Pedalusp

O projeto partiu de um estudo sobre maiores lugares de circulação de pessoas no *campus*, e foi apresentado no Programa de Pesquisa e Experimentação para a Sustentabilidade do *Campus* (Propesc). A proposta propunha a possibilidade de utilização



de bicicletas compartilhadas, a disposição para todos aqueles que possuíssem um cartão USP e se cadastrarem em um web site (REVISTA ESPAÇO ABERTO USP, 2011).

Depois de implementado, o projeto mostrou ser um grande sucesso. Com apenas onze meses de funcionando o alcance do projeto Pedalusp mobilizou 218 empréstimos num contingente de 16 bicicletas em apenas um dia (BLOG PEDALUSP, 2012).

Fato que motivou para que em agosto de 2012 fosse anunciado que o projeto seria expandido; passando a contar com 25 postos de distribuição do total de 250 bicicletas (JORNAL DO CAMPUS, 2012). Além de ter ganhado espaço para um dos postos ser posicionados ao lado da estação de metrô mais próxima da cidade universitária: estação Butantã.

Importante ressaltar que para execução do projeto foram executadas ações realizadas por meio de parcerias, fato que possibilitou a implementação do projeto. Dentre elas, o Pedalusp contou com o apoio do Governo do Estado no intermédio do metrô de São Paulo e de uma ONG, denominada Instituto Parada Vital, a qual era responsável por cuidar das bicicletas com o oferecimento do sistema de compartilhamento, chamado USE BIKE (REVISTA ESPAÇO ABERTO USP, 2011).

Porém o sistema foi enfraquecido conforme os anos, e hoje, já ficou no passado. Sua última manifestação pública ocorreu no ano de 2012, já se fazem 8 anos e o projeto não demonstra ter perspectivas de retorno.

### **Each – USP**

Desapercebida meio essas experiências, está o outro *campus* da capital de São Paulo, a Escola de Artes Ciências e Humanidades – EACH USP. O *campus* chegou a contar com a ação mais recente do que toca o tema, visto que em 2016 pode contar mesmo que por um curto período de tempo, com a disposição de bicicletas para circular dentro da área universitária. Se tratando na verdade, de uma versão piloto do sistema Pedalusp (EACH NOTÍCIAS, 2016).

Segundo a matéria postada no site institucional do *campus* da universidade, o sistema foi implementado provisoriamente com o objetivo de mensurar informações para uma provável implementação concreta do projeto no *campus* da EACH.

Contudo a medida não durou por muito tempo no *campus*, e sem muitas respostas, tão como as outras demais experiências, passou a desaparecer sem justificativas claras. Mas que pelo contrário, levantou a indagação de muitos alunos e usuários que em curto prazo de funcionamento, demonstraram grande apreço pelo projeto.

Embora tenha terminado por razões desconhecidas, é importante destacar um fator relacional crucial ao se pensar a dinâmica de ampliação do acesso e locomoção dentro do *campus* universitário e arredores.

Em encontro com a corrente de pensamento que entende o papel da Instituição de Ensino Superior (IES) como agente educacional (TAUCHEN; BRANDLI, 2006, p.2), projetos como estes expostos, dialogam com essa finalidade de educar.

E que por essência buscam obter impactos mais profundos, tendo sobretudo, o objetivo de fornecer e ensinar uma nova cultura de alternativas sustentáveis, educando para que práticas de locomoção como essas sejam inseridas em nossa vivência e naturalizadas com o passar do tempo em médio e longo prazo.

Razão pela qual se torna importante destacar que “uma instituição pública de ensino de excelência não deve apenas formar profissionais para o mercado, mas também estar à frente na responsabilidade com o seu entorno, comprometida com toda a sociedade.” (SILVA; SILVA; MELO; RAMOS, 2014, p. 5).

Nesse sentido, a promoção de projetos de expansão a oferta de meios de locomoção através do oferecimento de bicicletas, também está condicionando o desenvolvimento do entorno da universidade.

Tendo em vista que ao possibilitar o acesso a mais lugares – antes distantes e ociosos - facilitando a maior circulação da comunidade universitária, essas pessoas passam também, a explorar mais os bens de consumo e serviços dessa região, interação que traz externalidades positivas ao tornar todo o contingente universitário potenciais agentes de consumo nos arredores da universidade.

Esse processo resulta no aumento na demanda de serviços, uma maior circulação da moeda na região e a ampliação no comércio local, e que conseqüentemente eleva o potencial econômico da região, trazendo junto ao projeto de bicicletas, mudanças significativas também para a região ao entorno da universidade.

Neste contexto, inserir mais *campi* na dinâmica de bicicletas compartilhadas tende por promover também um desenvolvimento local. O qual faz com que a região explore mais seu potencial de comércio em proveito do aumento da circulação de pessoas da comunidade universitária em suas extremidades.

Uma alternativa como essa embora pareça a princípio se relacionar estritamente com a questão econômica, tem grande rebatimento para saúde e para o ecossistema (SALDIVA, 2010 *apud* NETTO; RAMOS, 2017, p. 2), criando potencial de transformar as formas de interação dentro e fora dos *campi* universitários.

Uma vez que a oferta de bicicletas se relaciona com a ideia de integrar com diferentes modais, no qual num raio pequeno e médio de distância, as pessoas possam ter mais alternativas de meios de locomoção, em contraponto à opção exclusiva do uso de carros ou dependência de transporte público.

Além da capacidade de servir como estímulo a redução do uso de veículos automóveis próprios e conseqüentemente, da diminuição de emissão de gases danosos à saúde pública e ao meio ambiente, passa a também tornar as bicicletas uma nova opção muito viável a qualquer pessoa pedestre.

Essa oferta atende a uma medida historicamente demandada pelo corpo universitário. A partir do momento que medidas de estímulo enfim existe, essa possibilidade passou a ser uma alternativa, alterando tanto as relações das pessoas com o *campus* quanto a mobilidade dentro dele também.

Tendo em consideração as desvantagens do uso de carro que exala gases poluentes, a bicicleta se destaca como um meio limpo de locomoção, e também contribui para melhor ocupação dos espaços das universidades por pessoas em maiores distâncias e para o condicionamento físico do usuário (a).

Dadas as situações aqui expostas, é visível haver recentemente um movimento de ampliação das medidas sustentáveis dentro das universidades. Tendo como destaque atualmente, uma nova resolução sobre o tema, sobretudo por tratar diretamente da mobilidade com bicicletas compartilhadas nos *campi* universitários.

### **c) Resolução nº 7.625 de 12 de Março de 2019**

No ano de 2019, surgiu uma nova Resolução da universidade, que aborda diretamente essa relação com veículos não motorizados dentro dos *campus* universitários.

A Resolução nº 7.625 de 2019 corresponde a uma série de normas que prevêm e regularizam o compartilhamento de bicicletas dentro dos *campi* universitários da USP.

Demonstrando uma clara preocupação da universidade em consolidar uma normatização formalizada acerca do tema.

A medida é fundamentada na Política Nacional de Mobilidade Urbana (BRASIL, 2012), e na demanda da comunidade acadêmica e civil por uma melhor opção de transporte nos *Campi* Universitários. Configurando um importante papel da Universidade de São Paulo enquanto instituição de ensino superior - (IES), como geradora de fluxos de ofertas e demandas pela preferência de transporte coletivo aos privados, indo de acordo também com a outra resolução, a Resolução nº 7.465, de 11 de janeiro de 2018 (USP, 2018), que institui a Política Ambiental da Universidade de São Paulo.

Somada mais esta medida, tudo indica que o percurso de atingir os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável estão sendo fortificados. Contudo, conforme observado, o olhar neste capítulo enfoca atenção para o ODS 17, de estimular parcerias para implementação do desenvolvimento sustentável. Cenário que se mostra ainda muito deficitário de modo geral. Uma vez que conforme exposto, não se observa na prática grande mobilização entre instituições e/ou diferente órgãos parceiros.

## **Resultados e Discussões**

Revedo as informações exibidas, é possível conceber que as responsabilidades de *campi* sustentáveis embora tenham surgido cedo na Europa em 1972 com a Conferência de Estocolmo, apenas vieram a chegar de forma expressiva em demais países nos anos 90 com o número de 30 universidades assinando a Declaração de Talloires, a qual assumia responsabilidades cívicas e sociais e por consequência passou a moldar um diferente posicionamento das IES sobre a causa social e ambiental (ENGELMAN; GUISSO; FRACASSO, 2009, p. 4).

Após esses e demais fenômenos pontuais normativos, passou-se a surgir um novo conceito de universidade, ligado a ideia de sustentabilidade e a promoção e aplicação da gestão sustentável.

Nesse sentido, duas importantes correntes de estudo surgiram dedicadas a entender a ação das IES no desenvolvimento sustentável, são elas a direcionada ao estudo de Sistemas de Gestão Ambiental (SGA) e a educacional, na qual este capítulo mais se aproxima, visto que, a vertente educacional compreende que a instituição de ensino é responsabilizada por transmitir um conhecimento através da experiência exploratória em seu meio.

Quando se relaciona essa experiência educacional à mobilidade é preciso expandir o entendimento para além da associação de tráfego, tarifária ou de um mero deslocamento humano ou de cargas no âmbito urbano. É necessário também, consentir que a mobilidade se relaciona a vivência dos indivíduos, o que inclui questões de saúde físicas e mentais associadas às formas de mobilidade ao alcance de cada pessoa.

Diretriz também presente na Resolução nº 7.465/2018, Política Ambiental da USP, que orienta a relevância das questões ambientais, a necessidade viabilizar essas medidas além de assentir a missão em aplicar princípios de sustentabilidade na comunidade universitária

Mas além dos indivíduos e as consequências que estes estão suscetíveis, a questão da mobilidade se liga ao ecossistema e ao entendimento de desenvolvimento urbano, tão como, a deterioração dos meios de mobilidade (NETTO; RAMOS, 2017, p. 3).

Dito isso, parece recorrente o entendimento que não apenas o processo histórico e de desenvolvimento no país configuraram hoje costumes e entendimentos limitados acerca das potencialidades de mobilidade, mas essa responsabilidade, também se justifica pelo negligenciamento completo pela causa ambiental.

Neste contexto, peculiaridades próprias e tendências para a exploração dessa temática se mostram notáveis nos *campi* universitários e experiências de compartilhamento de bicicletas como os de algumas unidades da Universidade de São Paulo aqui estudadas. No que toca a conjuntura prática do oferecimento de bicicletas na USP, foram elencadas três experiências de relevância, a do *campus* de Pirassununga, Butantã e EACH.

Um dos primeiros exemplos notáveis quanto à ideia e a sistematização de medidas que permitissem o compartilhamento de bicicletas refere-se ao Pedalusp implementado no *campus* do Butantã em 2009, nascido de iniciativa de alunos inseridos em um programa de pesquisa.

Em pouco tempo a ideia teve uma aceitação muito grande e se expandiu muito, sendo prometida a expansão. Contudo, o sistema por motivos não claros, foi enfraquecido e pouco ou nada se vê a respeito da situação atual dessa iniciativa hoje, sejam nas plataformas de mídia ou nos contatos disponibilizados nas vias institucionais dos supostos responsáveis.

Já em Pirassununga foi possível ver que o projeto “Vamos de Bike” implementado em 2017 (USP PIRASSUNUNGA, 2017), já havia sido pensado dois anos antes, período ao qual se justificou na dificuldade em encontrar verba e meios de baixo custo para a execução do projeto, ocasionando inclusive no auxílio da prefeitura local.

Além de planejada em um período mediano, a ação foi inspirada na Política Nacional de Mobilidade Urbana de 2012 (BRASIL, 2012) e com o espaço de 2.239 hectares, Pirassununga se tornou ideal para a aplicação da medida.

Somando a todas questões envolvidas na proposta de compartilhamento de bicicletas, a ação também estava atrelada em outra relevante atração ambiental, as “Trilhas Ecológicas”, que também foi um projeto inspirado na Política Nacional de Mobilidade Urbana (BRASIL, 2012), que em suma corresponde a um percurso de trilhas de preservação ambiental nos arredores do *campus* universitário.

Semelhante à iniciativa do Pedalusp, não se encontra com facilidade informações mais atuais do projeto “Vamos de Bike”, já que atualmente, verificar a situação e continuidade dessa ação já não é tão clara e transparente nas mídias virtuais.

Por fim, foi elencada a experiência no *campus* leste da capital paulista, EACH. Idealizado como projeto piloto do Pedalusp, o compartilhamento de bicicletas foi implementado no *campus* no ano de 2016.

Diferente dos outros *campi*, essa ação não parece ter ganhado muito destaque na mídia ou mesmo entre os locais. Tanto seu lançamento como seu fim pairavam ao desconhecimento geral, muito embora, ainda seja possível acompanhar a matéria midiática sobre a medida no portal do *campus*.

As nascentes, alicerces e formas como tais ações são executadas indicam estar sujeitas as formas de ação da gestão local responsável, uma vez que a não parece haver padrão e normatização fixa que guiasse ações deste gênero em específico.

Razão pela qual se tornou importante analisar os moldes pelos quais operam a governança e compreendê-los. Estes que são aqui ilustrado pelo Direito Ambiental, que esta constantemente presente ao pautar as ações ligadas ao aspecto ambiental,

fundamentando ações por meios de Políticas e ou Resoluções, e que em essência, trazem base e suporte para a causa sustentável.

### **a) O Compartilhamento de Bicicletas e a Governança na USP**

Sobre os pontos apontados referente às formas como os projetos operam, cabe-se dizer que os mesmos demonstram estar livres de padronização e regramento, já que ao menos até o ano de 2016, — ano qual foi implementado o projeto da EACH — cada projeto partia de diferentes fontes de criação e se pautaram em estruturas de execução distintas.

No quais as nascentes, alicerces e formas como tais ações foram articuladas indicavam estar sujeitas as formas de ação da gestão local responsável, uma vez que não parece haver padrão e/ou normatização fixa que guiasse ações deste gênero em específico.

Razão que indica que as escolhas de formação de projetos sustentáveis e mobilidade, como o compartilhamento de bicicletas, estão sujeitas aos moldes de governança e preferências dos tomadores de decisão que operam em cada unidade dos *campi* universitários. Contudo, isso não significa compreender estagnação no progresso da mobilidade sustentável. Na verdade, uma necessidade por regulação e concretização de normativas básicas para a garantia de experiências inovadoras e benéficas de aspecto sustentável é mais notável a cada novo projeto.

A tendência em alcançar normativas básicas é perceptível ao analisar as recentes tentativas da USP em inserir ao menos em seus regulamentos internos, regras claras que permitam e mais do que isso, possibilitem a existência de um sistema de compartilhamento de bicicletas dentro do *campus* universitário.

Ressalvando também a possibilidade da universidade se apropriar das demais normas e leis externas em nível local ou nacional. Como é o caso da Lei nº 12.587/2012 que corresponde a Política Nacional De Mobilidade Urbana (BRASIL, 2012) e inspirou projetos como os do *campus* de Pirassununga da USP.

Esses elementos evidenciam a importância de identificar as semelhanças e os diferenciais na execução de projetos como esses. Tendo dentre as similaridades aqui presentes, a imprescindível presença do Direito Ambiental em fundamentar e legitimar a implementação de medidas ambientais outrora negligenciadas.

Um instrumento legal como A Política Nacional de Mobilidade Urbana, A Política Ambiental da USP e agora, a mais recente Resolução nº 7.625/2019 (USP, 2019) para regradar o compartilhamento de bicicletas, tende também a facilitar a intrusão de terceiros para a finalidade de implantar projetos semelhantes, e não necessariamente alguma ação por parte da universidade ou seu *campus*. Tendo vista em consideração também que tanto para Capella (2008) quanto para Rodhes (1996) a governança também pode ser entendida aquela direcionada a guiar o setor privado meio suas interações com o Estado.

Nesse sentido, é possível perceber uma inclinação positiva da Universidade de São Paulo em estabelecer regramentos que possibilitem e facilitem projetos de compartilhamento de bicicletas para mobilidade como os aqui explorados, além da notoriedade do Direito Ambiental como constante e importante aliado na implementação de ações ambientais dentro das unidades da USP.

Por fim, é relevante apontar algumas diferenças, dado que conforme ressalvado a implementação de diretrizes ambientais não é tão simples. Assim, como visto o projeto

Vem De Bike teve origem em estruturas internas, pautado em normas e diretrizes de formas inclusive mais claras e transparentes. Enquanto outras ações, como o inovador Pedalusp surgiram de iniciativas mais pontuais e singulares, mas que devido a grande expressão certamente deu contribuições em pressionar para que novas medidas legais, como a Resolução nº 7.625/2019 (Usp, 2019) eventualmente surgissem.

Com isso é possível depreender que a governança universitária na execução de projetos sustentáveis, principalmente de mobilidade não motorizada, está recorrentemente atrelada aos planos de caráter sustentável, e que via de regra, são pautadas na garantia do Direito Ambiental, por meio de políticas ou resoluções, mas que em suma, estão baseadas na configuração de instrumentos jurídicos legais.

### **b) As Potencialidades do Campus Sustentável e o ODS 17**

Apesar dos indicativos demonstrarem que a governança universitária da USP tenda por facilitar e estreitar laços com as causas sustentáveis, muito dos elementos dos projetos estudados indicam apenas ações de autoria singular da própria universidade e seus *campi*.

Diante disso se torna pertinente questionar por qual razão não há igualmente um movimento por prática de formações de parcerias, tendo em vista que essa diretriz está também atrelada a demais orientações normativas, como a própria Política Ambiental (Resolução nº 7.625/2019) que prevê IX – a cooperação técnica e financeira entre a USP e parceiros para o desenvolvimento de pesquisas científicas e tecnológicas na área ambiental e que neste capítulo, apresentou algumas relações, referente ao Pedalusp e sua parceria com o metrô de São Paulo e a ONG Instituto Parada Vital e o Vamos de Bike, que contou com auxílio da prefeitura local.

Assim, dados os contínuos avanços normativos dentro e fora da universidade, como os vistos pelas resoluções nºs: 7.465/2018 e 7.625/2019, que insuladas na governança universitária, atribuem à universidade uma Política Ambiental e um conjunto de normas referentes ao compartilhamento de bicicletas, compreende-se existir um movimento que demonstra tender favorecer melhorias de aspectos ambientais nos *campi* universitários.

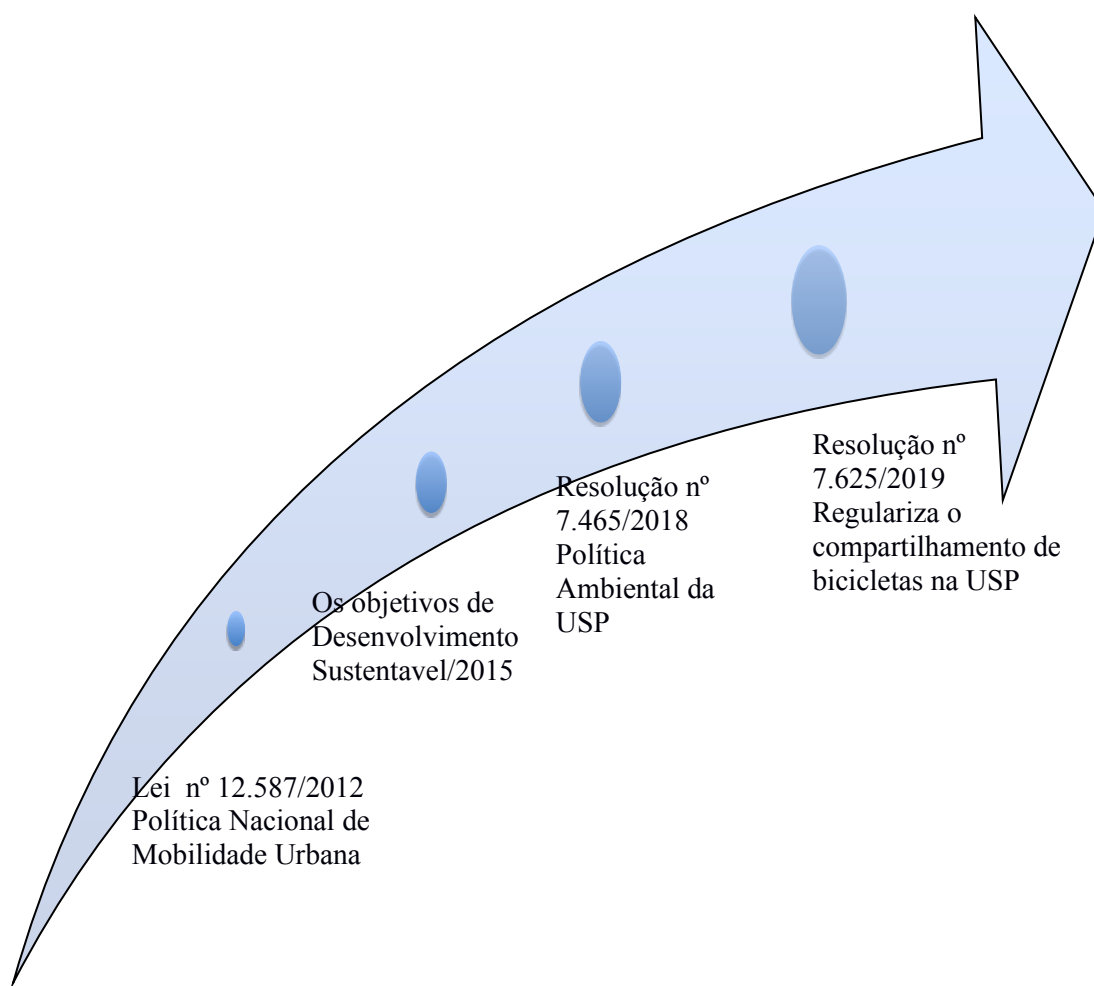
Junto disso, se torna igualmente válido examinar os pontos de entaves entre os projetos. Problemática muitas vezes ligada a questão orçamentária em torno de projetos desse gênero.

Fazendo uso do problema elencado por um dos próprios idealizadores do projeto Pedalusp, Mauricio Villar, que argumentou em entrevista para Ecycle que embora estivessem estudando na época de 2012, após o sucesso do projeto considerou uma expansão do mesmo, que aguardava uma liberação de verba, (CERRI, 2012). Cenário este que também expõe uma dependência grande do orçamento público universitário.

Essa declaração possibilita relacionar a potencialidade do ODS 17, que condiz com a formação de redes e parcerias para fortalecer a promoção de programas e projetos. Assim, este ODS realça a potencialidade em contribuir para sanar deficiências ou entaves chaves na promoção de iniciativas ambientais. O que evidencia a necessidade de se explorar mais amplamente o ODS 17 para atingir suas metas na governança universitária.

Conjuntura que demonstra uma preferência da universidade em seguir avanços ambientais a partir da apropriação de instrumentos próprios, relação desigual no que toca os demais instrumentos nacionais e internacionais como os ODS.

Figura 4. Institucionalização da Política Nacional de Mobilidade Urbana no contexto USP



**Fonte:** autoria própria.

Essa constatação implica numa potencialidade ainda inerte para a governança universitária da USP, na condição de ampliar projetos de caráter ambiental e social, como o oferecimento de veículos não motorizados como bicicletas dentro dos *campi*.

Uma vez que ao realizar parcerias a universidade poderia ampliar a possibilidade de solucionar problemas recorrentemente ligados aos projetos, como a grande dependência orçamentária, a construção de infraestrutura adequada e até mesmo, a zeladoria dos equipamentos disponíveis.

Nesse sentido, as adversidades associadas ao projeto não estariam estritamente ligadas às prioridades e competências resolutivas da universidade e/ou do *campus* em questão, — tendo em vista que se deve considerar as limitações específicas de cada unidade de *campus* universitário — mas estariam também, sujeitas a outras entidades parceiras, ou mesmo, uma rede com objetivos similares, cujo o qual a problemática ambiental seria valiosa e significativa como qualquer outra. Pressupostos que veriam como benéfica a aproximação da governança universitária da USP com o Objetivo 17 da ODS.

Essa conjuntura remete à alusão de que essa diretriz, proposta pelo Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 17, de parcerias e meios de implementação, ainda se encontra incipiente e pouco explorada em ações dentro da própria universidade.

Essa constatação traz provocações para pensar como as parcerias poderiam vir a contribuir com a causa da mobilidade sustentável nos *campi* universitários, e até mesmo, se estas não seriam capazes de sanar lacunas e dificuldades hoje pouco claras para a implementação de projetos como esses.

No caso do Pedalusp no *campus* do Butantã de São Paulo, houve a presença de parcerias envolvidas. Estas eram do setor público e do terceiro setor, responsáveis por disponibilizar locais estratégicos para a retirada de bicicletas e cuidado de equipamentos e softwares de compartilhamento.

Estes que quando enaltecidos, se mostram tratar de elementos básicos, mas que comparados aos outros projetos, apresentaram vantagem logística e de oferecimento, tendo em vista que o projeto Pedalusp dentre as experiências de compartilhamento mais conhecidas, foi também a mais expansiva, tendo cerca de 250 bicicletas disponíveis para compartilhar enquanto o Vamos de Bike de Pirassununga, embora considerado grande, teve apenas cerca de 30. Ainda que claro, estivessem respondendo expectativas diferentes em quantidade de público.

Essas questões levam a pensar se não seria o momento de também fazer uso dos instrumentos legais da governança universitária para fomentar e fortalecer parcerias que visassem sanar dificuldades básicas em prol da implementação de projetos ambientais e sustentáveis dentro das universidades.

Já que para além da escassez em parcerias que estrategicamente viabilizem medidas sustentáveis, a universidade também parece de um modo geral desprezar ou pouco explorar as potencialidades do conceito de *camping* sustentável.

Tendo em vista a dissociação de projetos como esses com o conceito em si de *camping* sustentável. Ou seja, a criação e aplicabilidade de tais medidas não estão necessariamente baseadas, desenvolvidas para essa finalidade ou ligação, mas assim o são depois de feitas.

Nesse sentido seria interessante que a USP pudesse também desenvolver uma ferramenta normativa que orientasse sobre práticas e seus critérios para arquitetar e conceber um *camping* sustentável em prol de um modelo de mobilidade mais inclusivo.

Que conforme aqui anteriormente exposto, viesse dissociar a ideia de tráfego e tarifária em virtude de um conceito mais amplo e que passasse a também incluir dimensões de interação humana, tão como de saúde física e mental.

Como consequência, para além da interação da comunidade interna na universidade, a ampliação da mobilidade poderia vir beneficiar também o desenvolvimento social e econômico aos arredores da mesma. Causando uma mobilidade mais fácil, prática e acessível, traria também novos hábitos, tal como uma facilitação na acessibilidade da comunidade local nos bens e serviços da região, tendo como consequência, uma maior movimentação financeira – de comércios e serviços – na área.



## Conclusão

Diante os pontos levantados e analisados, se tornou possível elencar alguns elementos em comum presentes nos processos de governança de mobilidade sustentável nas unidades de ensino da USP. Dentre eles, se destaca a intensa presença do Direito Ambiental em fundamentar a implementação de projetos ambientais, seja por meio de políticas ou resoluções, mas que em suma, servem de embasamento e legitimidade para a promoção de tais projetos.

Dessas colocações, compreende-se que de um modo geral, a Política Nacional de Mobilidade Urbana (Lei nº 12.587/2012) muito contribuiu para a causa ambiental nas Instituições de Ensino Superior - IES, se mostrando alinhada e embasando a aplicação de projetos sustentáveis em universidades como a USP por meio das resoluções nºs 7.465/2018 e 7.625/2019, ainda que recentes.

Por outro lado, esta também a percepção da baixa exploração de instrumentos externos e internacionais, como é o caso do Objetivo Sustentável 17. Que embora ilustrado por parcerias formalizadas em alguns projetos, não foi propositalmente explorado para dada finalidade.

Identificar de forma clara os elementos dificultadores para a implementação de projetos de mobilidade sustentável na governança não tem sido simples, mas é possível por outro lado, conceber esses instrumentos do Direito Ambiental como estímulo. Nessa lógica, se torna intrigante pensar na hipótese de elaboração de uma normativa que melhor explorasse as potências de *campi* sustentáveis, incumbindo a relação de parcerias para implementação de ações, por meio da apropriação da governança universitária da USP alinhado aos seus instrumentos legais.

Por fim, a combinação desses elementos atenta para uma forma de dinâmica recorrente na governança universitária, uma vez que essa é compreendida pelo modo como a soberania de gestão e os recursos são executados.

Esses entendimentos facilitam a compreensão acerca da gestão de escolhas no processo de governança sustentável universitária. E é benéfico em também fornecer percepções sobre potenciais instrumentos hoje usualmente usados, tão como daqueles que ainda que presentes, não sejam amplamente aplicados e difundidos.

Esse processo auxilia na formação futura de trilhas de ações para uma ampliação considerável da mobilidade sustentável no que toca a ação de bicicletas compartilhadas dentro dos *campi* universitários e pode vir a contribuir deste modo também, para a ampliação de sua prática futura.

## Referências

ALMEIDA, Lucas. Título: *Campus* de Pirassununga recebe bicicletas compartilhadas. **Jornal USP**. 31 mar. 2017.

**Disponível em:** <https://jornal.usp.br/universidade/eventos/campus-de-pirassununga-recebe-bicicletasompartilhadas/#:~:text=Neste%20m%C3%AAs%20de%20mar%C3%A7o%2C%20a,do%20projeto%20Vamos%20de%20Bike.&text=Para%20retirar%20uma%20bicicleta%2C%20ser%20em%20at%C3%A9%205%20horas>. **Acessado em:** 08 ago. 2020

ARAÚJO, Emília. Rodrigues. A Mobilidade como objeto sociológico. **Encontros em Sociologia**, 2, Braga, Portugal, 13 dezembro 2004.

**Disponível em:** <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/3913> **Acessado em:** 18 ago. 2020

BIRRINI, José. **Governança e alinhamento de conceitos no contexto das políticas públicas:** um complemento ao estudo de caso do fundo municipal dos direitos da criança e do adolescente de São Paulo. Fundação Getúlio Vargas Escola De Administração De Empresas. São Paulo 22, out. 2012. **Disponível em:** <https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/handle/10438/14244>. **Acessado em:** 29 jul. 2020

BLOG PEDAUSP: Novidades PEDALUSP, 10 abr. 2012. **Disponível em:** <http://pedalusp.blogspot.com/>. **Acessado em:** 7 ago. 2020

BRASIL. Lei nº 12.587, de 03 de janeiro de 2012. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana; Brasília, DF: **Diário Oficial da União**, 04 de janeiro de 2012. Senado Federal, 2012. **Disponível em:**

[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2012/Lei/L12587.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12587.htm)  
**Acessado em:** 03 Jul. 2020

CAPELLA, Ana. Cláudia. “Menos governo e mais governança? repensando a lógica da ação estatal”, **Encontro da ABCP**, 6, 2008, Campinas/SP, Estado e Políticas Públicas. 2008. **Disponível em:**

[https://www.academia.edu/18234688/Menos\\_governo\\_e\\_mais\\_governan%C3%A7a\\_Repensando\\_a\\_l%C3%B3gica\\_da\\_a%C3%A7%C3%A3o\\_estatal](https://www.academia.edu/18234688/Menos_governo_e_mais_governan%C3%A7a_Repensando_a_l%C3%B3gica_da_a%C3%A7%C3%A3o_estatal) **Acessado em:** 12 jul. 2020

CERRI, Alberto. PEDALUSP amplia testes e já conta com mais de dois mil cadastrados. ECYCLE. [S.I] [2012?]. **Disponível em:**

<https://www.ecycle.com.br/component/content/article/6-atitude/774-pedalusp-amplia-testes-e-ja-Conta-com-mais-de-dois-mil-cadastrados.html>

**Acessado em:** 20 jul. 2020

EMPINOTTI, Vanessa. Lucena; JACOBI, Pedro. Roberto; FRACALANZA, Ana. Paula. Transparência e a governança das águas. **Estud. av.**, São Paulo , v. 30, n. 88, p. 63-75, Dec. 2016 . **Disponível em:**

[https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40142016000300063](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142016000300063) Acessado em: 12 ago. 2020

ENGELMAN, Raquel; GUISSO, Rubia. Marcone; FRACASSO, Edi. Madalena. Ações de gestão ambiental nas instituições de ensino superior: o que têm sido feito por elas? **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 3, n. 1, p. 115, 2009. Disponível em: <https://rgsa.emnuvens.com.br/rgsa/article/view/115>

Acessado em: 18 jul. 2020

JORNAL DO *CAMPUS*. Cidade Universitária ganhará alternativa sustentável para transporte, 29, ago. 2012.

Disponível em: 11 jul. 2020

<http://www.jornaldocampus.usp.br/index.php/2012/08/cidade-universitaria-ganhara-alternativa-sustentavel-para-transporte/>

Acessado em: 23 jul. 2020

LASCOUMES, Pierre. LE GAËS, Patrick. A Ação Pública Abordada Pelos Seus Instrumentos. **Revista Pós Ciências Sociais**. 9, n. 18. 2012 Online. Disponível em:

<http://www.periodicoeletronicos.ufma.br/index.php/rpcsoc/article/view/1331>

Acessado em: 26 jul. 2020

NETTO, Nelson. Avella; RAMOS, Heidy. Rodriguez. Estudo da Mobilidade Urbana no Contexto Brasileiro. **Rev. Gest. Ambient. Sustentabilidade, São Paulo, SP, Brasil**. e-ISSN: 2316-9834. V. 6, nº 2 Disponível em: <http://revistageas.org.br/ojs/index.php/geas/article/view/847> Acessado em: 18 ago. 2020

NOTÍCIAS EACH: EACH inaugura programa experimental do Pedalusp, 06, dez. 2016. Disponível em:

<http://www5.each.usp.br/noticias/each-inaugura-programa-experimental-do-pedalusp/> Acessado em: 22 jul. 2020

Revista Espaço Aberto USP. Pedalusp É Ampliado E Inaugura Base No Metrô Butantã, [2011?]. Disponível em:

<http://www.usp.br/espacoaberto/?materia=pedalusp-e-ampliado-e-inaugura-base-no-metro-butanta> Acessado em: 01 ago. 2020

RHODES, Roderick. Arthur. William. **The New Governance: Governing without Government**. Political Studies, 1996. XLIV. 652-667.

SACHS, Ignacy. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável** (2000). Garamond. Rio de Janeiro. 2012.

SILVA, Flora. Mortiz.; MELO, Pedro. Antônio; SILVA, Julio. Eduardo. Ornelas; RAMOS, Alexandre. Moraes. Compromisso Social e Extensão: A Prática Da Universidade Federal De Santa Catarina. **Revista ALCANCE.Eletrônica**. v. 21; n. 01, 2014. Disponível em: <https://siaiap32.univali.br/seer/index.php/ra/article/view/4824>

Acessado em: 13 ago. 2020

SÍTIO WEB *CAMPUS* FERNANDO COSTA SUSTENTÁVEL. Universidade de São

Paulo (USP-Pirassununga). Projeto “Vamos De Bike”. Disponível em: [http://ambiental.puspfc.usp.br/?page\\_id=655](http://ambiental.puspfc.usp.br/?page_id=655)

Acessado em: 25 ago. 2020

TAUCHEN, Joel; BRANDLI, Luciana. Londero. A gestão ambiental em instituições de ensino superior: modelo para implantação em *campus* universitário. **Gest. Prod.**, São Carlos, v. 13, n. 3, p. 503-515, Dec. 2006. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-530X2006000300012&script=sci\\_abstract&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-530X2006000300012&script=sci_abstract&tlng=pt) Acessado em: 14 ago. 2020

Universidade de São Paulo (USP). Resolução nº 7.465 de 11 de janeiro de 2018. Institui a Política Ambiental da Universidade de São Paulo. Reitoria. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**, 12 jan. 2018. Disponível em:

<http://www.leginf.usp.br/?resolucao=resolucao-no-7465-de-11-de-janeiro-de-2018>

Acessado em: 19 ago. 2020

Universidade de São Paulo (USP). Resolução nº 7.625 de 12 de março de 2019. Constitui o regramento e estabelece normas relativas ao compartilhamento de bicicletas nos espaços da Universidade de São Paulo. Reitoria. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**, 13 mar. 2019. Disponível em:

<http://www.leginf.usp.br/?resolucao=resolucao-no-7625-de-12-de-marco-de-2019>

Acessado em: 19 ago. 2020

## Figuras

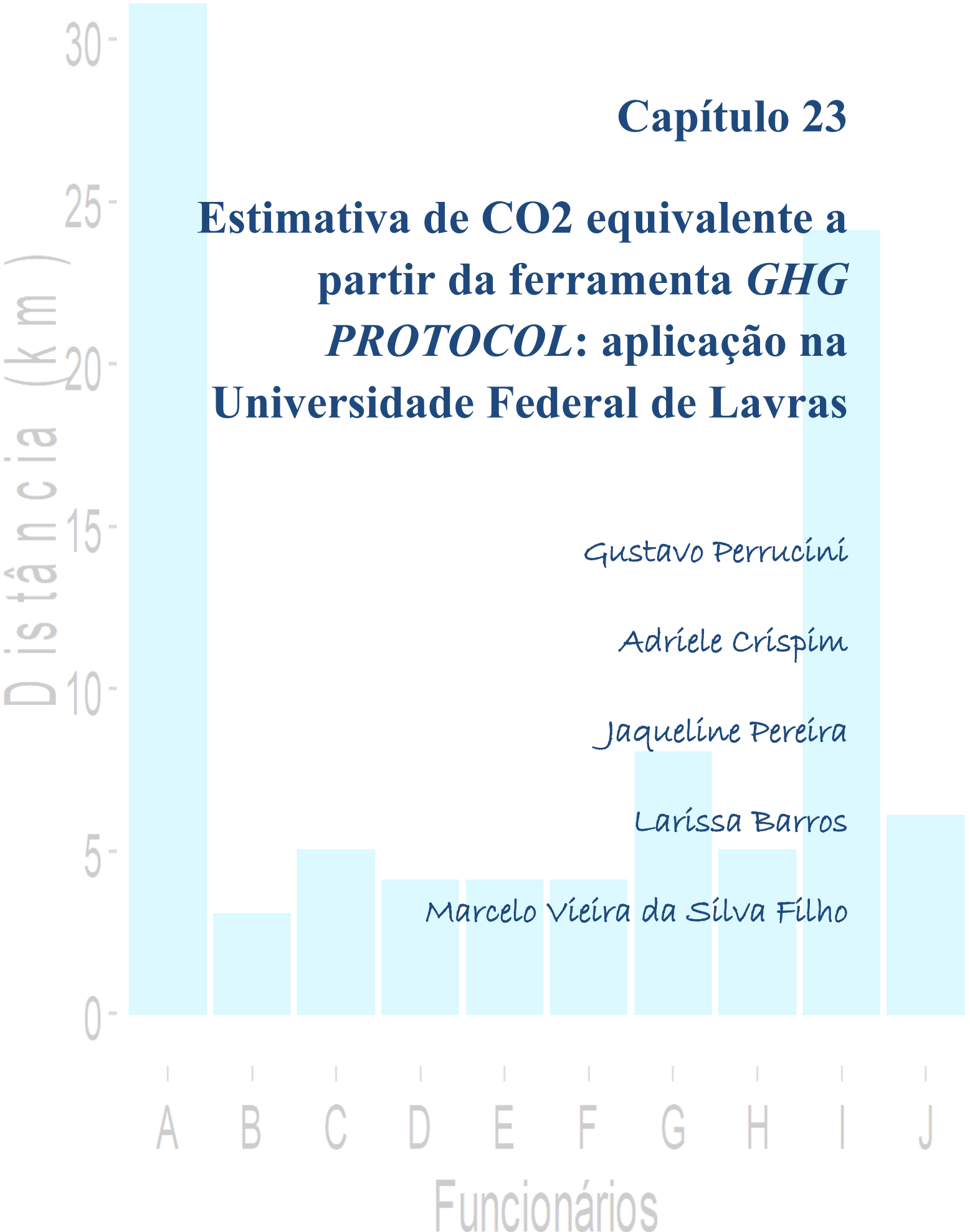
Foto 1 – Bicicletas compartilhadas. Projeto “Vamos de Bike”. **Sítio web Campus Fernando Costa Sustentável** [S.I]. Disponível em: [http://ambiental.puspfc.usp.br/?page\\_id=655](http://ambiental.puspfc.usp.br/?page_id=655) Acessado em: 03 ago. 2020

Foto 2 - Totem eletrônico. Projeto “Vamos de Bike”. **Sítio web Campus Fernando Costa Sustentável**[S.I]. Disponível em: [http://ambiental.puspfc.usp.br/?page\\_id=655](http://ambiental.puspfc.usp.br/?page_id=655) Acessado em: 03 ago. 2020

Foto 3 – USP Imagens - Banco de imagens da Usp: Pedalusp. [S.I]. Disponível em: <https://imagens.usp.br/?s=pedalusp&paged=2> Acessado em: 05 ago. 2020

## Capítulo 23

### Estimativa de CO2 equivalente a partir da ferramenta *GHG PROTOCOL*: aplicação na Universidade Federal de Lavras





Gustavo Rodrigues Silva Perrucini

Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Universidade Federal de Lavras. Bolsista de iniciação científica pelo Programa de Bolsa Institucional de Pesquisa (PIBIC/UFLA), desenvolvendo pesquisa relacionada aos impactos da poluição atmosférica na saúde da população exposta. Ex membro do Núcleo de Estudos em Poluição Urbana e Agroindustrial (NEPUAI), onde desenvolveu trabalhos na área de efeito estufa e poluição atmosférica.



Jaqueline Natiele Pereira

É Engenheira Ambiental e Sanitarista graduada na Universidade Federal de Lavras. Em 2017 foi membro fundadora do Núcleo de Estudos em Poluição Urbana e Agroindustrial (NEP UAI), atuando na área de efeito estufa, poluição atmosférica e monitoramento da qualidade do ar. No mesmo período foi pesquisadora voluntária no Departamento de Engenharia da UFLA, desenvolvendo projetos relacionados à deposição atmosférica. Em 2018 foi bolsista de Iniciação Científica pela FAPEMIG, atuando na área de ciências atmosféricas com foco no monitoramento da deposição atmosférica total. Atualmente faz parte do Núcleo de Estudos em Poluição Urbana e Agroindustrial (NEP UAI). Também é mestranda no curso de Engenharia Ambiental, com foco na linha de pesquisa Mudanças Climáticas, Energia e Poluição Atmosférica, pela Universidade Federal de Lavras.



Adriele Maria de Cássia Crispim

Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Universidade Federal de Lavras (UFLA). Em 2017 participou do programa institucional de bolsas de Iniciação Científica - PIBIC/UFLA, atuando no projeto de pesquisa intitulado: “Desenvolvimento de tecnologias para uso eficiente de água em Tifton 85 por pivô central”. Atualmente faz parte do Núcleo de Poluição Urbana e Agroindustrial (NEPUAI), vinculado ao Departamento de Recursos Hídricos e Saneamento (DRS) da UFLA, onde desenvolveu projetos de inventários de emissão e monitoramento de ruídos.



Larissa Lucas Barros

Graduação em andamento em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Universidade Federal de Lavras (UFLA). Bolsista em Iniciação Científica do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), em pesquisa voltada a monitoramento, quantificação e identificação de Bioaerossóis em deposição total atmosférica. Membro ativo do Núcleo de Estudo em Poluição Urbana e Agroindustrial (NEPUAI) vinculado ao Departamento de Recursos Hídricos e Saneamento (DRS) da UFLA, onde desenvolve projetos de pesquisas abrangendo inventário de emissões, monitoramento de ruídos e monóxido de carbono. Técnica em Meio Ambiente pelo Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) (2014).



Marcelo Vieira da Silva Filho

Doutor em Ciências na área de Química Atmosférica pelo programa de Meteorologia no Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG) da Universidade de São Paulo (USP). Concluiu mestrado e bacharelado na mesma área com ênfase em deposição atmosférica e transporte de poluentes em 2011 e 2008, respectivamente. Foi pesquisador visitante na University of Illinois at Urbana-Champaign (UIUC) entre 2013 e 2014, e realizou estágio pós-doutoral com foco nas medidas de compostos orgânicos voláteis (COVs) na atmosfera de São Paulo em 2016. Atualmente, é Professor Adjunto do quadro permanente do magistério superior da Universidade Federal de Lavras (UFLA) atuando no Departamento de Recursos Hídricos e Saneamento (DRS) na área de controle da poluição do ar, energia e meio ambiente, estatística e programação em linguagem R.

## Introdução

A atmosfera terrestre desempenha um papel fundamental no balanço radiativo planetário, devido à ação dos gases de efeito estufa (GEEs). Essa interação se dá pela absorção da energia irradiada e posterior emissão. Dentre os GEEs cabe destacar: o Vapor d'água (H<sub>2</sub>O), Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), Metano (CH<sub>4</sub>), Óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O) e Clorofluorocarbonetos (CFCs) (KHAPRE et al., 2020). Esses gases impedem que parte da energia infravermelha emitida pela Terra seja perdida, ajustando-se para que o fluxo de energia solar que chega à Terra seja equilibrado, garantindo uma temperatura média terrestre essencial para a manutenção da vida (SEINFELD e PANDIS, 2016). Esse processo ocorre naturalmente e é conhecido como efeito estufa.

Apesar do efeito estufa ter uma função essencial para a manutenção da vida, a exacerbação do seu processo é capaz de impactar diversos fenômenos naturais. Dessa forma, quando as concentrações dos GEEs aumentam na atmosfera ocorre uma perturbação no ambiente, acarretando em um aumento na temperatura média terrestre (IPCC, 2014; MEINSHAUSEN et al., 2009). Tal acréscimo na concentração dos GEEs pode ser proveniente de atividades naturais, como erupções vulcânicas e variações na órbita da Terra em torno do Sol, ou ainda por meio de atividades antrópicas, tais como queimadas, atividades industriais, usinas hidrelétricas e uso de combustíveis fósseis. Sendo as atividades antrópicas responsáveis pela maior parte das rápidas mudanças nas concentrações de gases nos últimos 200 anos (SEINFELD e PANDIS, 2016; IPCC, 2018).

Dentre os principais GEEs, destaca-se o CO<sub>2</sub> pelo pioneirismo dos estudos da década de 1970, e também o seu banco de dados histórico como o do Observatório de Mauna Loa (SIEGENTHALER e OESCHGERO, 1987). Segundo os registros do mesmo observatório, administrado pela National Oceanic & Atmospheric Administration (NOAA), a concentração de dióxido de carbono na atmosfera no mês de maio de 2019 foi a maior registrada na história das medições, alcançando o valor de 415,39 partes por milhão (ppm), sendo as ações antrópicas responsáveis por esse constante aumento na concentração (NOAA, 2019).

Devido a essa elevação da concentração dos GEEs na atmosfera, se faz necessário o monitoramento e o controle dessas emissões, seja no âmbito coletivo, como em indústrias e comércios, seja no âmbito individual. Para isso, utiliza-se o conceito de pegada de carbono, o qual deriva do conceito de “pegada ecológica” proposta por Wackernagel e Rees (1996). Nessa perspectiva, a pegada de carbono refere-se à área de terra necessária para assimilar todo o CO<sub>2</sub> produzido pelo homem durante sua vida. No entanto, esse conceito foi aprimorado por outros estudos (WIEDMANN e MINX, 2007; BROWNE et al., 2009) e a pegada de carbono tornou-se um método comum para medir as emissões diretas e indiretas de GEEs causadas por uma atividade ou acumuladas ao longo do ciclo de vida de um produto (YANG e MENG, 2020). Um dos benefícios de sua utilização é a padronização dos GEEs em unidade de dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2eq</sub>), tal unidade permite melhor valoração dos diferentes inventários e cenários (PANDEY et al. 2010; SALMONA et al., 2016; ROEWER et al., 2015).

Existem metodologias diversas para a contabilização de pegada de carbono em CO<sub>2eq</sub>. Dentre essas, destaca-se o *GHG Protocol* desenvolvido no ano de 1998 pela World



Resources Institute (WRI), em parceria com a World Business Council for Sustainable Development (WBCFSD), devido à necessidade de contabilizar e relatar GEEs corporativos, em virtude da evolução política das questões sobre mudanças climáticas (FGV, 2017).

O *GHG Protocol* desenvolveu padrões de cálculos para auxiliar empresas, organizações, países e cidades no levantamento de suas emissões. O padrão de contabilidade e relatório corporativo do *GHG protocol* fornece requisitos e orientações para empresas e outras organizações prepararem seus inventários de emissões de GEEs e abrange a contabilidade e o relatório de sete GEEs contemplados pelo Protocolo de Kyoto - CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFCs, perfluorcarboneto (PCFCs), hexafluoreto de enxofre (SF<sub>6</sub>) e trifluoreto de nitrogênio (NF<sub>3</sub>) (FGV, 2020). A ferramenta atualmente é aplicada em âmbito mundial, e a versão brasileira foi adaptada por meio da parceria com a Fundação Getúlio Vargas (FGV).

Devido à escassez de estudos na região de Minas Gerais que tratam de estimativas e estratégias de mitigação dos impactos associados ao aumento dos GEEs, o Núcleo de Estudos em Poluição Urbana e Agroindustrial (NEPUAI) da Universidade Federal de Lavras (UFLA) iniciou estimativas a partir de um contexto universitário. Dessa forma, aplicou-se a ferramenta de cálculo de pegada de carbono para o ano letivo de 2018, utilizando como exemplo as atividades do Núcleo de Engenharia Ambiental e Sanitária da UFLA. Tal estimativa levou em consideração atividades diretas, como a combustão estacionária realizada em alguns laboratórios do prédio, e indiretas, respeitando os escopos e âmbitos do *GHG Protocol*.

## **Metodologia**

### **Área de Estudo**

O edifício que abriga os docentes e discentes do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária (21°13'45.6"S 44°58'30.5"W) está localizado no *campus* da Universidade Federal de Lavras, m Lavras – Minas Gerais, Brasil conforme apresentado na Figura 1

A universidade possui um fluxo diário de 15170 colaboradores, dentre estudantes de graduação e pós-graduação, docentes e técnicos - administrativos (UFLA, 2017). Além disso, possui uma frota veicular de 4086 veículos, sendo 84% automóveis leves, 15% motocicletas e 1% ônibus. O prédio escolhido para o levantamento é de pequeno porte, possuindo 2 andares, 4 laboratórios práticos, 2 salas de aula teóricas e salas individuais de 7 docentes e 1 técnica laboratorial. Nos laboratórios, cerca de 60 alunos são cadastrados para realizarem suas pesquisas semestralmente, porém nessa primeira parte dos estudos só serão considerados os docentes e a técnica que possuem ligação com o curso de Engenharia Ambiental e Sanitária.

Figura 1. Edifício de Engenharia Ambiental e Sanitária localizado no *campus* da Universidade Federal de Lavras, Lavras – Minas Gerais, Brasil.



### **Ferramenta GHG Protocol**

A fim de quantificar as emissões de CO<sub>2eq</sub> utilizou-se a ferramenta de cálculo *GHG Protocol*. A mesma é compatível com a norma ISO 14064 e com os métodos de quantificação do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC). Além disso, para a contabilização das emissões de gases de efeito estufa, a planilha baseia-se em três escopos, sendo o Escopo I referente às emissões diretas da instituição, Escopo II referente às emissões indiretas líquidas, a partir de importações e exportações de energia, e Escopo III que contempla todas as outras fontes de emissão que possam ser atribuíveis à instituição.

Para este estudo, foram utilizadas as seções de combustão estacionária e emissões fugitivas, que estão contidas no Escopo I, e as seções deslocamento casa-trabalho e viagens a negócios, que compõem o Escopo III.

### **Coleta de Dados**

A coleta dos dados compreendeu o período entre janeiro e dezembro de 2018. Com relação ao transporte individual, foi realizada aplicação de questionários aos professores e técnicos do edifício de Engenharia Ambiental e Sanitária, totalizando 10 questionários respondidos. A partir disso, foram obtidos dados como frequência e distância percorrida no deslocamento casa-trabalho e em viagens realizadas representando a instituição, ano do veículo e também o tipo de combustível utilizado. Além disso, também foram contabilizados no edifício os dados referentes a uso de lubrificantes, gás de cozinha, ar condicionado e extintores.

### **Processamento do Dados**

O processamento e visualização dos dados foram realizados por programação em ambiente R, a partir dos resultados obtidos por meio da ferramenta de cálculo *GHG Protocol*. As análises foram realizadas a partir das funções contidas nos pacotes *stats* (R CORE TEAM, 2019) e *ggplot2* (WICKHAM, 2016) do R.

## **Resultados**

Para todo o período de estudo, o perfil das emissões de CO<sub>2eq</sub> (toneladas) em cada fonte analisada pode ser descrito na seguinte ordem: Viagens a negócios > Emissões Fugitivas > Deslocamento Casa - Trabalho > Combustão Estacionária (Tabela 1).

Tabela 1. Emissão de CO<sub>2eq</sub>, em toneladas, segregadas por tipo de fonte para o Edifício de Engenharia Ambiental e Sanitária no ano de 2018

| Fonte                      | Emissão de CO <sub>2eq</sub> (t) |
|----------------------------|----------------------------------|
| Combustão estacionária     | 0,079                            |
| Emissões Fugitivas         | 1,84                             |
| Deslocamento Casa-Trabalho | 1,27                             |
| Viagens a Negócio          | 2,46                             |

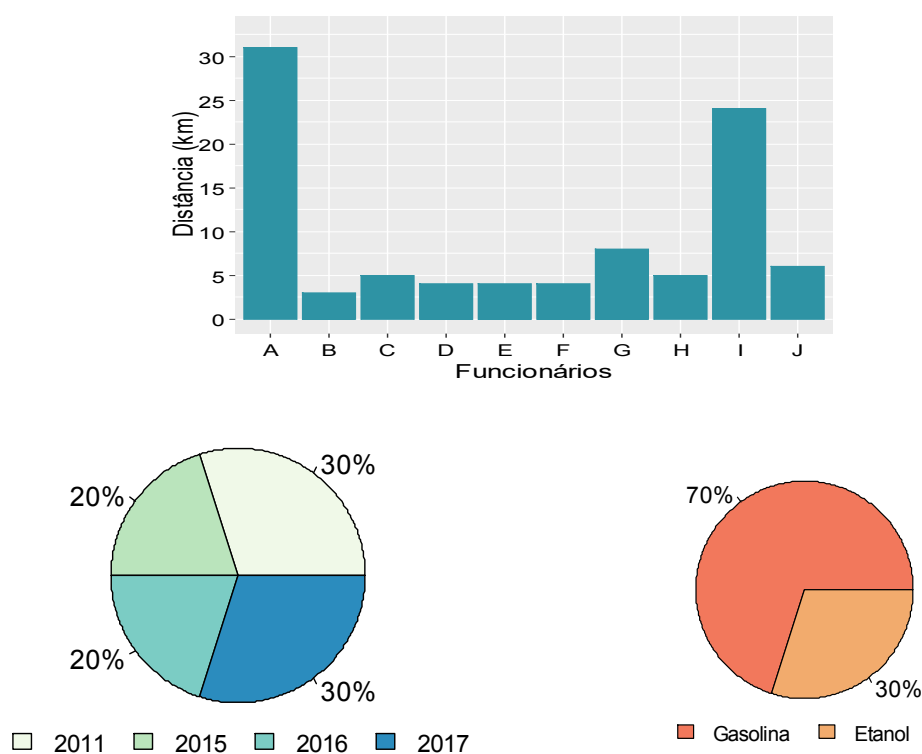
A seção referente a Viagens a Negócio apresentou maior emissão de CO<sub>2eq</sub> em comparação às outras seções. Isso pode estar relacionado às viagens longas realizadas pelos funcionários, como representantes da instituição, nos mais diversos tipos de veículos (ônibus, carro e avião). Cabe mencionar a realização de uma viagem de avião, a qual foi responsável pela emissão de 1,8 toneladas de CO<sub>2eq</sub>, correspondente a ~73% do total na referente categoria.

As Emissões Fugitivas ocuparam o lugar de segunda maior fonte de emissão de CO<sub>2eq</sub>. Nessa categoria, as emissões são referentes à utilização de extintores e ao uso de ar condicionado. No edifício em que esse estudo foi conduzido, foram contabilizados um total de 9 extintores, os quais são trocados anualmente devido ao seu prazo de validade, e portanto, foram considerados na estimativa de emissão mesmo sem a sua efetiva utilização. Em relação aos ares-condicionados, o edifício possui 2. O gás de refrigeração de ambos os equipamentos é o R-422D, que possui um potencial de aquecimento global (GWP) de 2725, apresentando uma elevada contribuição para a emissão resultante da categoria.

Na seção Deslocamento Casa-Trabalho, observamos que a proporção da utilização de gasolina (70%) em relação ao etanol (30%) (Figura 2c) resultou em uma maior emissão de CO<sub>2eq</sub>, visto que a gasolina é responsável por ~38 vezes mais emissões de CO<sub>2eq</sub> do que o etanol. A partir da figura 2b, podemos observar que a contribuição relativa do ano de fabricação dos veículos foi homogênea para os anos de 2011, 2015, 2016 e 2017. Além disso, é importante notar que não há veículos com ano de fabricação anterior a 2010, o que implica em veículos equipados com uma melhor tecnologia (injeção eletrônica, conversores catalíticos e processos de octanagem) para a redução da emissão de GEEs (MORGANTI et al., 2017; FORNARO e GUTZ, 2006; BORSARI, 2005). A distância percorrida por dia por cada funcionário teve uma variação entre 4 e 30 quilômetros (Figura 2a). Destaca-se que esse é um fator relevante na estimativa final da emissão de CO<sub>2eq</sub>, visto que quanto maior a distância percorrida maior a emissão de GEEs.

A Combustão Estacionária mostrou um valor de emissão de CO<sub>2eq</sub> de 0,079 t (Tabela 2). Nessa categoria, apenas três combustíveis foram encontrados nas atividades realizadas no edifício, que são os Lubrificantes, Parafina e Gás Liquefeito de Petróleo (GLP). Como o edifício não possui outras atividades que geram combustão estacionária, essa seção apresentou um baixo valor de CO<sub>2eq</sub> emitido.

Figura 2. Descolamento dos funcionários do Edifício de Engenharia Ambiental e Sanitária. (a) Distância média diária percorrida por cada funcionário no deslocamento casa - trabalho. (b) Ano do veículo. (c) Tipo de combustível.



Um estudo realizado por Barros et. al (2018) no *campus* da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UFTPR) mostra que cerca de 70 professores que utilizam carros são responsáveis pela emissão de aproximadamente 45 toneladas de CO<sub>2eq</sub> em um ano, em comparação a 18 toneladas anuais emitidas por cerca de 215 alunos que utilizam transporte público no deslocamento até a universidade. Yañez, Sinha e Vásquez (2019) realizaram um estudo semelhante para a Universidade de Talca, no Chile, e obtiveram que as emissões do Escopo 1 e 2 juntas são responsáveis por 40% do total das emissões no *campus* de Talca, visto que o restante das emissões, correspondentes ao Escopo 3, foram de 1982,32 toneladas de CO<sub>2eq</sub> por ano.

## **Conclusão**

No somatório de todas as categorias da planilha *GHG Protocol* utilizadas e aplicadas no prédio do estudo em questão, o total de CO<sub>2eq</sub> emitido foi de 5,65 toneladas no período letivo do ano de 2018. Desse total, as atividades do Escopo III tiveram maior importância, correspondendo a 66% do valor, o que mostra a maior influência das atividades de emissões indiretas. Tais valores teriam um acréscimo ao considerar os discentes que frequentam o prédio, além dos dados referentes ao escopo de consumo de energia elétrica. Cabe ressaltar a importância do controle de atividades indiretas nas estimativas de pegada de carbono, principalmente devido ao componente difuso de tal perfil, isto é, tais emissões não estão confinadas no balanço de carbono da região emissora.

## Referências

BARROS, Murillo Vetroni et al. Carbon footprint of transportation habits in a Brazilian university. **Environmental Quality Management**, v. 28, n. 1, p. 139-148, 2018.

BORSARI, Vanderlei. As emissões veiculares e os gases do efeito estufa. **São Paulo: Sociedade de Engenheiros da Mobilidade**, 2005. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Vanderlei\\_Borsari/publication/287792255\\_As\\_e\\_missoes\\_veiculares\\_e\\_os\\_gases\\_do\\_efeito\\_estufa/links/5d360a4c299bf1995b428632/As-emissoes-veiculares-e-os-gases-do-efeito-estufa.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Vanderlei_Borsari/publication/287792255_As_e_missoes_veiculares_e_os_gases_do_efeito_estufa/links/5d360a4c299bf1995b428632/As-emissoes-veiculares-e-os-gases-do-efeito-estufa.pdf)>. Acesso em: 27 mar. 2020.

BROWNE, David; O'REGAN, Bernadette; MOLES, Richard. Use of carbon footprinting to explore alternative household waste policy scenarios in an Irish city-region. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 54, n. 2, p. 113-122, 2009.

FORNARO, Adalgiza; GUTZ, Ivano GR. Wet deposition and related atmospheric chemistry in the São Paulo metropolis, Brazil. Part 3: Trends in precipitation chemistry during 1983–2003. **Atmospheric Environment**, v. 40, n. 30, p. 5893-5901, 2006.

FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS - FGV. **O Programa Brasileiro GHG Protocol**. 2017. Disponível em: <<https://www.ghgprotocolbrasil.com.br/o-programa-brasileiro-ghg-protocol?locale=pt-br>>. Acesso em: 27 mar. 2020.

FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS - FGV. **Ferramenta de Cálculo**. 2020. Disponível em: <<http://www.ghgprotocolbrasil.com.br/ferramenta-de-calculo>>. Acesso em: 27 mar. 2020.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. Climate change 2014: synthesis report. **Cambridge: Cambridge University Press**, 2014. Disponível em: <[https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/AR5\\_SYR\\_FINAL\\_SPM.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/AR5_SYR_FINAL_SPM.pdf)>. Acesso em: 27 mar. 2020.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. Disponível em: The IPCC Scientific Assessment. **Cambridge: Cambridge University Press**, 2018. Disponível em: <[https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ipcc\\_far\\_wg\\_I\\_full\\_report.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ipcc_far_wg_I_full_report.pdf)>. Acesso em: 27 mar. 2020.

KHAPRE, Abhishek; JAISWAL, Anoop; RENA; KUMAR, Sunil. Utilizing the Greenhouse Effect as a Source to Produce Renewable Energy. **Encyclopedia Of Renewable And Sustainable Materials**, p.835-843, 2019. Elsevier. DOI 10.1016/b978-0-12-803581-8.11021-5. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-12-803581-8.11021-5>>.

MEINSHAUSEN, Malte et al. Greenhouse-gas emission targets for limiting global warming to 2 C. **Nature**, v. 458, n. 7242, p. 1158-1162, 2009. DOI 10.1038/nature08017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1038/nature08017>>.

MORGANTI, Kai et al. Synergistic engine-fuel technologies for light-duty vehicles: Fuel economy and Greenhouse Gas Emissions. **Applied Energy**, 2017. DOI 10.1016/j.apenergy.2017.08.213. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2017.08.213>>. Acesso em: 15 jun. 2019

NATIONAL OCEANIC & ATMOSPHERIC ADMINISTRATION - NOAA. Trends in Atmospheric Carbon Dioxide, 2019. Disponível em: <<https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/data.html>>. Acesso em: 10 jun. 2019

PANDEY, Divya; AGRAWAL, Madhoolika; PANDEY, Jai Shanker. Carbon footprint: current methods of estimation. **Environmental monitoring and assessment**, v. 178, n. 1-4, p. 135-160, 2011. DOI 10.1007/s10661-010-1678-y. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s10661-010-1678-y>>. Acesso em: 15 jun. 2019

R CORE TEAM. R: A language and Environment for Statistical Computing, 2019. Disponível em: <<https://www.r-project.org/>>. Acesso em: 13 jun. 2019

REES, William; WACKERNAGEL, Mathis; TESTEMALE, Phil. **Our ecological footprint: reducing human impact on the Earth**. Gabriola Island, BC: New Society Publishers, 1996.

WIEDMANN, Thomas; MINX, Jan. A definition of 'carbon footprint'. **Ecological economics research trends**, v. 1, p. 1-11, 2008.

ROEWER, Daniele et al. Estudo comparativo da emissão de CO2 equivalente das fontes de energia de veículos elétricos e movidos a etanol. In: **Trabalho apresentado no XXIX Congresso Nacional de Pesquisa em Transporte da ANPET, Ouro Preto, 2015**. Disponível em: <[http://146.164.5.73:20080/ssat/interface/content/anais\\_2015/TrabalhosFormatados/604AC.pdf](http://146.164.5.73:20080/ssat/interface/content/anais_2015/TrabalhosFormatados/604AC.pdf)> Acesso em: 27 mar. 2020.

SALMONA, Yuri Botelho; PAIVA, Artur Orelli; MATRICARDI, Eraldo Aparecido Trondoli. Estimativas Futuras de Desmatamento e Emissões de CO2 Equivalente no Oeste Baiano. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 68, n. 7, 2016.

SEINFELD, John H. and PANDIS, Spyros N. Atmospheric Chemistry and Physics: From Air Pollution to Climate Change. 3rd Edition, **April** 2016. ISBN: 978-1-118-94740-1.

SIEGENTHALER, Ulrich; OESCHGER, Hans. Biospheric CO2 emissions during the past 200 years reconstructed by deconvolution of ice core data. **Tellus B: Chemical and Physical Meteorology**, v. 39, n. 1-2, p. 140-154, 1987.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS - UFLA. **UFLA em Números**, 2019 Disponível em: <<https://ufla.br/aceso-a-informacao/10-institucional/sobre-a-ufla/12848-ufla-em-numeros>>. Acesso em: 3 jun. 2019.

WICKHAM, Hadley. *ggplot2: elegant graphics for data analysis*. Springer, 2016.

YANG, Yi; MENG, Guanfei. The evolution and research framework of carbon footprint: Based on the perspective of knowledge mapping. **Ecological Indicators**, v. 112, p. 106125, 2020.

YAÑEZ, Pablo; SINHA, Arijit; VÁSQUEZ, Marcia. Carbon Footprint Estimation in a University *Campus*: Evaluation and Insights. **Sustainability**, v. 12, n. 1, p. 181, 2020.

