

# AGENDA POLÍTICA PÚBLICA

VOLUME 2, DEZEMBRO 2023



## SANEAMENTO BÁSICO E NEXOS DE SUSTENTABILIDADE

VANESSA RAFAELLE SOARES DE LIMA,  
WANDERLEY DA SILVA PAGANINI e LEANDRO LUIZ GIATTI

### PRINCIPAIS MENSAGENS

O saneamento básico é fundamental para a saúde pública, mas também é um setor chave para estratégias multisetoriais para a busca da sustentabilidade.

Os serviços de água e esgotos são intensamente demandantes de energia e podem representar diversas compensações ou pressões em outros segmentos, como na produção de alimentos.

É importante aplicar uma racionalidade do nexo água-energia-alimentos para que os serviços de água e esgotos desempenhem um papel integrador e multisetorial na busca do desenvolvimento sustentável.

Inovações no uso, recuperação e produção de energia em sistemas de água e esgotos podem contribuir de forma decisiva para atenuar a escassez global e interdependente de recursos.

Esse documento é resultado da pesquisa e dissertação de mestrado de Vanessa Rafaelle Sousa de Lima, que tem como título "Eficiência energética em sistemas de saneamento básico sob a perspectiva do nexo água, energia e alimentos", desenvolvida na Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo em 2022. Leandro Luiz Giatti e Wanderley da Silva Paganini foram, respectivamente, orientador e coorientador da mestranda. A pesquisa se desenvolveu dentro de atividades e cooperações propiciadas pelo Projeto Temático FAPESP (2015/03804-9) "Governança Ambiental na Macrometrópole Paulista face à Variabilidade Climática".



**Autores:**

Vanessa Rafaelle Soares de Lima  
Wanderley da Silva Paganini  
Leandro Luiz Giatti

Universidade de São Paulo  
Reitor: Carlos Gilberto Carlotti Junior  
Vice-reitora: Maria Arminda do Nascimento Arruda

Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de  
São Paulo  
Diretor: Prof. Dr. Tércio Ambrizzi  
Vice-diretor: Prof. Dr. Ildo Sauer

## FICHA CATALOGRÁFICA

L732 Lima, Vanessa Rafaelle Soares de

Saneamento básico e nexos de sustentabilidade. [recurso eletrônico] /

Vanessa Rafaelle Soares de Lima, Wanderley da Silva Paganini e Leandro Luiz Giatti. — São Paulo:  
IEE-USP, 2023

v.2: il. 30 cm. (Série: Agenda política pública, v.2, dez. 2023)

ISBN 978-65-88109-25-0

DOI 105281/zenodo 10819041

1. Saneamento básico. 2. Sustentabilidade. I. Paganini, Wanderley da Silva. II. Giatti, Leandro  
Luiz. III. Título. IV. Série.

CDU 628

Elaborado por Maria Penha da Silva Oliveira CRB-8/6961

©2023 IEE-USP

Qualquer parte desta publicação pode ser reproduzida, desde que sempre se cite a fonte.

## OS SERVIÇOS DE ÁGUA E ESGOTOS, SUA IMPORTÂNCIA E TRANSVERSALIDADE

Dentre os serviços de saneamento básico, trataremos aqui de um enfoque direcionado à centralidade dos recursos hídricos e suas interdependências, por meio do recorte correspondente a serviços de abastecimento público de água potável e serviços de coleta e tratamento de esgotos.

A questão focal não é meramente a limitação de recursos, mas uma escassez interdependente que limita o desenvolvimento humano e a redução de vulnerabilidade e iniquidades, ao mesmo tempo e se confronta com os limites planetários.

A demanda por água cresce cerca de 1% a cada ano no Mundo, influenciada pelo crescimento populacional, desenvolvimento econômico e alteração em padrões de consumo.

Em contextos em que a oferta do recurso hídrico não alcança as crescentes demandas, com significativo aumento de demanda industrial e agrícola mediante a profundas desigualdades no acesso à água, as mudanças climáticas e suas incertezas quanto a eventos extremos (tempestades e secas) acentuam a crescente preocupação com o atendimento das necessidades humanas (UNWATER, 2018a; 2018b).

O Brasil, especificamente, apesar de ser um país de abundância de recursos hídricos, caracteriza uma distribuição incompatível entre disponibilidade de água e localização de demandas.

Com isso, tem-se a sobreposição entre crescentes demandas associadas a inclusão social e desenvolvimento econômico de um lado e, de outro, poluição de recursos hídricos, déficits históricos de precário saneamento, especialmente de coleta e tratamento de esgotos domésticos.

Em 2020, embora os níveis de atendimento da população por rede pública de abastecimento de água chegassem a 84,1% (com 93,4% em áreas exclusivamente urbanas), os serviços de coletas de esgoto alcançavam apenas 55% da população (sendo 63,2% em áreas urbanas).

Disparidades regionais são também marcantes no país, sendo que para esgotos coletados, o maior índice é o da região Sudeste com 80,5% e o menor na região Norte com apenas 13,1%.

Quanto ao tratamento de esgotos gerados, em que nem todos os esgotos coletados são tratados, todas as macrorregiões brasileiras apresentam números inferiores a 60% de tratamento de esgotos gerados, cabendo destacar que nem sempre os tratamentos

empregados são suficientes ou adequados (SNIS, 2020).

No Brasil, são produzidas 9.098 toneladas diárias de carga orgânica de esgotos, sendo que 60% desse montante tem como destino final os corpos d'água, exacerbando a questão de indisponibilidade hídrica por prejuízos à qualidade do recurso (ANA, 2021).

Não há como ser contra os benefícios do saneamento básico e sua importância em saúde pública, assim como, no Brasil é inquestionável a urgência de obras e implementação de sistemas, sobretudo de esgotos para reduzir déficits e resguardar a qualidade dos fundamentais recursos hídricos.

Porém, hoje, com a escassez de recursos de todas as ordens e exaustão de limites planetários, não há como pensar a questão do saneamento básico de maneira isolada.

Nisso, há necessidade de refletir e agir sobre as transversalidades relacionadas a obras e implementação de sistemas, tanto por conta de seus impactos e demandas por insumos e energia, como também pela perspectiva das oportunidades oferecidas pela necessária expansão do setor.



## O NEXO ÁGUA-ENERGIA-ALIMENTOS E SUAS POSSIBILIDADES

A tradição do pensamento voltado ao desenvolvimento humano associado à concepção de modernização direciona planejamento e ações de infraestrutura e de provimento de recursos para uma lógica industrial e setorializada.

Nisso, a busca por atendimento a demandas de grandes populações humanas sempre caracterizou a busca por ampliação de escala em sistemas produtivos.

Essa tendência conduz a situações muito conflitantes e preocupantes sob a perspectiva da atual crise ambiental.

Por exemplo, o consumo de água para agricultura no mundo subirá de um volume de 3.100 bilhões de m<sup>3</sup>/ano em 2011 para uma projeção de 4.500 bilhões em 2030.

Na mesma projeção o aumento global de demanda por energia é estimado em 40%. Havendo ainda muita fome dentre populações pobres, além da necessidade de redução deste tipo de vulnerabilidade, o padrão de alimentação vem se transformando com mais acesso a grupos populacionais a proteína animal, que em suas cadeias produtivas demandam muito mais recursos como energia, água e terras agrícolas.

O consumo global de água entre 1990 e 2000 cresceu mais do que o dobro do crescimento populacional, indicando também um crescimento qualitativo (WEF, 2012).

Nesse sentido, é fundamental reconhecer que estas formas de escassez estão totalmente conectadas, limitando-se umas às outras.

Portanto, se há no mundo bilhões de pessoas em condição de vulnerabilidade, o que significa ter precário ou insuficiente acesso a recursos fundamentais (como água, energia, alimentos),

remete a compreender, por exemplo, que aumentar o acesso à água e saneamento demanda mais energia (também escassa aos mais pobres).

Por outro lado, combater a fome e prover segurança alimentar a bilhões de pessoas carentes no mundo, significa demandar muito mais água e energia nas cadeias produtivas, de transporte e processamento de alimentos.

Esses conflitos têm sido muito marcantes na atualidade, sobretudo diante do desafio do desenvolvimento sustentável.

Na região da Macrometrópole Paulista, por exemplo, entre 180 municípios componentes, verifica-se uma tendência linear entre elevação do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e aumento do consumo per capita diário de água.

Isso coloca a preocupante controvérsia entre uma busca elementar, que de ascensão e inclusão social em melhor renda, longevidade e escolaridade com o imperativo da escassez de recursos naturais em um território demarcado pela escassez hídrica (GIATTI et al., 2016).

Analisando estes contextos de interdependência de escassez, presumimos que não há solução setorial viável para a complexidade atual.

Ou seja, não podemos pensar e agir isoladamente na gestão dos recursos hídricos e do saneamento, nem da energia ou da provisão de alimentos ou de outros setores intrinsecamente dependentes.

Essa é a perspectiva daquilo que conhecemos como nexo água-energia-alimentos, uma concepção que estimula ao pensamento e planejamento intersetorial, visando a redução das vulnerabilidades e considerando também as incertezas e instabilidades das mudanças climáticas globais (HOFF, 2011).





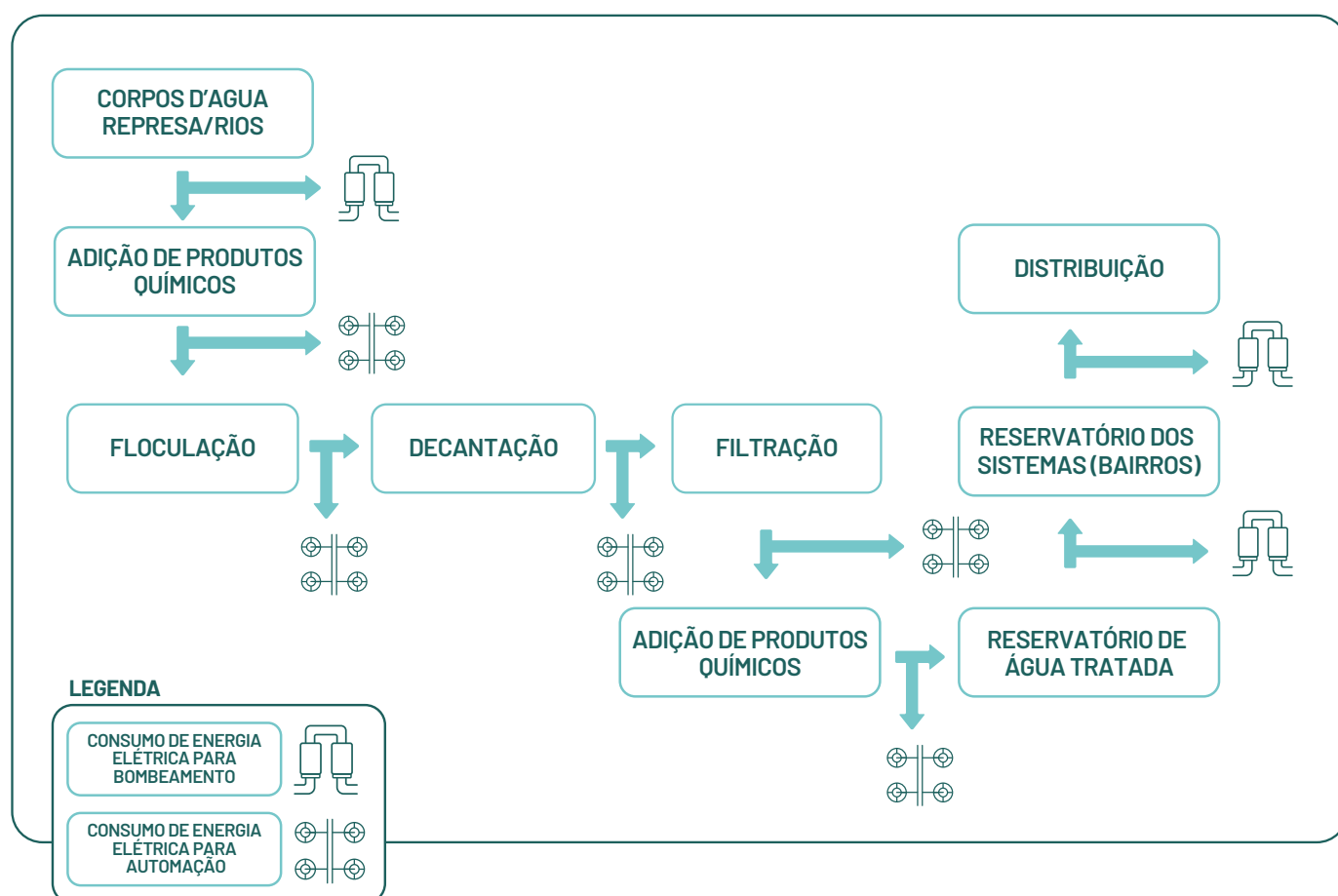
Levando essa reflexão para o setor do saneamento básico, de início temos que considerar que para captar, tratar e distribuir água para a população demandamos energia em todas as etapas, ver figura 1.

Por outro lado, a água utilizada para abastecimento público interfere inevitavelmente na cadeia de produção e provisão de alimentos, modulando relações de escassez e influenciado na inflação de preços aos consumidores.

Nessa linha, cabe considerar que os elevados volumes de perdas de água em redes de abastecimento, representam também perdas de energia, insumos e recurso hídrico que deixam de estar disponíveis para a produção de alimentos.

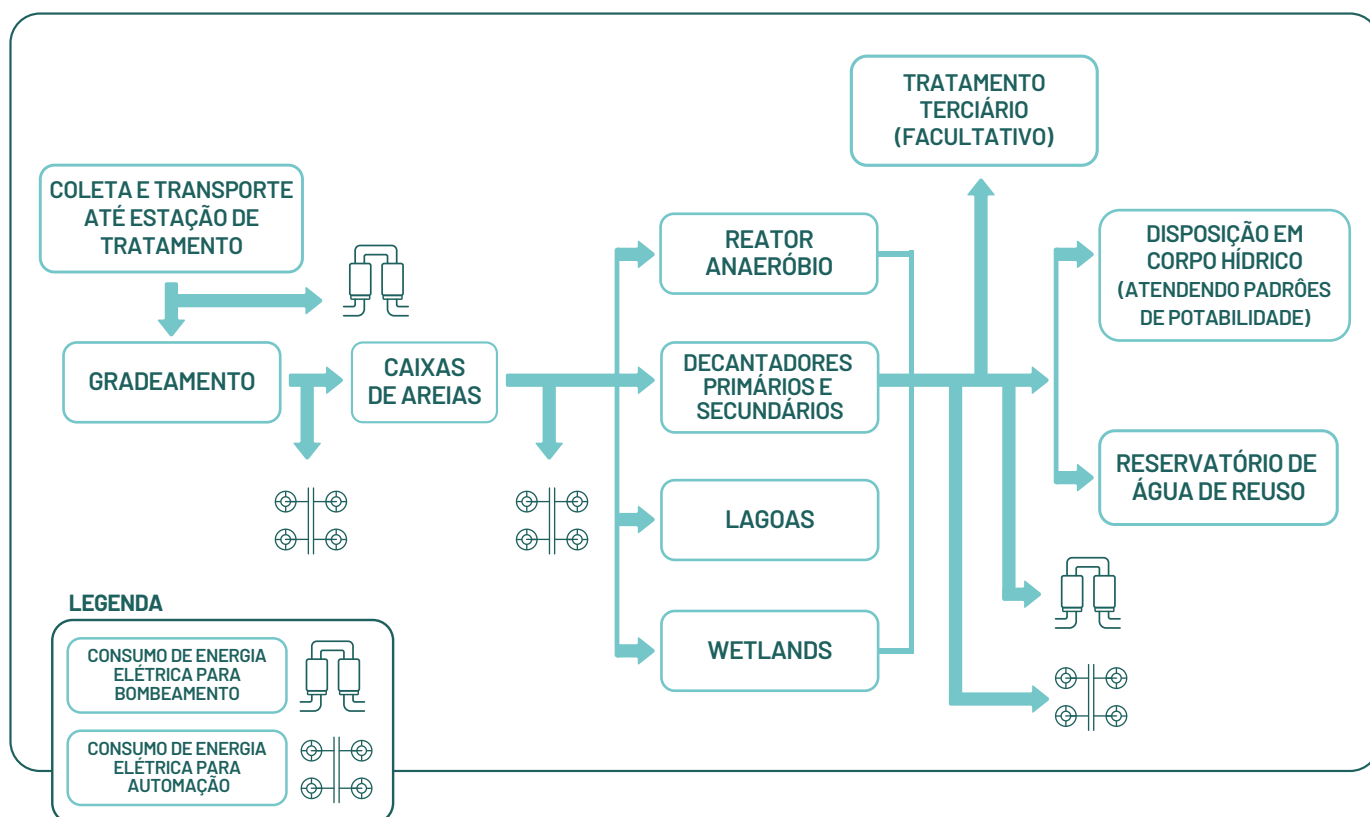
No campo da coleta, tratamento e disposição de efluentes de esgotos, do mesmo modo, temos altas demandas de energia (figura 2) e relações de interdependência no tratamento insuficiente, que acarreta a poluição hídrica e também afeta outras cadeias produtivas.

Por outro lado, há também recursos disponíveis que podem representar oportunidades a estes nexos a partir do saneamento básico.



**Fig 1:** Fluxograma de etapas de sistema de abastecimento público de água com tratamento convencional e indicações de demandas por energia elétrica.

**Fonte:** Adaptado de SNIS, 2020; SABESP, 2021; e Venkatesh & Helge, 2011.



**Fig 2:** Fluxograma de etapas de sistemas de coleta e tratamento de esgotos por método convencional anaeróbio.

**Fonte:** Adaptado de SNIS, 2020; SABESP, 2021b ; e Venkatesh & Helge, 2011

## Experiências que viabilizam nexos de sustentabilidade no setor saneamento

A racionalidade do nexo água-energia-alimentos deve oportunizar procedimentos que diferem das convencionais lógicas de ampliação de capacidades produtivas.

Na verdade, o nexo aplicado ao saneamento básico deve contribuir com alternativas e inovações que podem contribuir com impasses relacionados a perguntas elementares diante dos dilemas contemporâneos, tais como:

*De que maneira é possível prover mais água tratada mitigando a tendência equivalente de aumento de demanda de energia? Quais os recursos que podem ser aproveitados e otimizados a partir do saneamento básico de modo a contribuir com a produção agrícola? É possível recuperar ou produzir energia a partir de instalações e de sistemas de abastecimento de água e de coleta e tratamento de esgotos?*



Partindo de questões como estas, podemos verificar que os serviços de água e esgotos são também oportunidades para inovações muito profícuas em contribuição ao desenvolvimento sustentável. Com isso, descrevemos algumas alternativas que são portadoras de sinergias considerando o nexo água-energia-alimentos a partir de serviços de saneamento básico:

**Hidroenergia:** se de um lado muita energia elétrica é consumida para elevar e transportar água e esgotos ao longo de desafios topográficos, declividades em trajetos de tubulações também podem possibilitar, por sua vez, podem ter instalações de microturbinas capazes de recuperar energia elétrica com o aproveitamento de pressão hidráulica;

**Geração de energia fotovoltaica:** algumas companhias de saneamento implantam sistemas fotovoltaicos como forma de suprir as elevadas demandas de energia para suas instalações, lembrando que o custo energético representa segundo ou terceiro maior grupo de custos entre companhias de água e esgotos no Brasil e que o setor caracteriza parcela de grandes consumidores de energia elétrica no país. As próprias instalações de estações de tratamento de água ou de esgotos, dentre outras infraestruturas das companhias de saneamento, podem abrigar conjuntos de painéis fotovoltaicos, além disso, essas instalações também podem ser implantadas em conjuntos flutuantes em represas associadas ao sistema de captação e abastecimento de água;

**Bioenergia / Biogás:** estações de tratamento de esgotos em que se empregam métodos anaeróbios representam potencial de captação de biogás e conversão termoelétrica ou simples captação para armazenamento e utilização de biogás em veículos;

**Utilização de lodos como fertilizantes:** os lodos de estações de tratamento de esgotos que frequentemente são destinados a aterros sanitários possuem potencial para utilização enquanto fertilizante em determinadas culturas agrícolas, sendo que isso pode aumentar a produção de alimentos e conectar os sistemas de saneamento diretamente a demandas dos sistemas alimentares.

Enquanto medidas de gestão ambiental em sistemas de saneamento as medidas apontadas acima não são necessariamente novidades.

De fato, as inovações que se colocam a partir de uma racionalidade de nexo se constituem por meio do conjunto de ações convergentes e de um pensamento integrador reconhecendo as relações intrínsecas entre distintos recursos.

Vejamos por exemplo o que se praticou convencionalmente na Região Metropolitana de São Paulo, em que assinalamos uma história de degradação de recursos hídricos nos domínios do crescimento e da industrialização da metrópole, direcionando a busca do atendimento de crescente demanda hídrica na prática de se buscar água cada vez mais longe.

Essa prática representa uma contradição ao nexo água-energia-alimentos, pois transportar água de longe acarreta muito mais gasto energético, além disso, gerando competições por recursos hídricos em áreas periféricas, comprometendo, por exemplo, a produção de alimentos e o desenvolvimento de outras atividades econômicas.

A racionalidade do nexo, por sua vez, se constitui na busca de convergência entre diferentes setores e na transcendência de escalas territoriais, em que torna-se premente a busca por sinergias, ou seja, situações em que é possível obter ganhos transversais, como no caso de ampliar os serviços de saneamento preservando ou recuperando ou produzindo energia, ou então, promovendo conservação de recursos hídricos e geração de insumos com ampliação de cobertura por esgotos em compasso com estímulos ao desenvolvimento de cinturões verdes para as cidades.

Desse modo, o nexo água-energia-alimentos pode ser um componente inovador enquanto uma racionalidade a se aplicar no setor saneamento, porém, para além dos problemas exclusivamente relacionados ao saneamento.

Do mesmo modo, esta racionalidade do nexo possui potencial de se aplicar em distintos setores produtivos e de provimento de recursos primordiais à inclusão social, redução de vulnerabilidade e desenvolvimento sustentável.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GIATTI, L. L. et al. O nexó água, energia e alimentos no contexto da Metrópole Paulista. Estudos Avançados, v. 30, n. 88, p. 43–61, 2016.

HOFF, H. Understanding the nexus: Background paper for the Bonn2011 Nexus Conference. [s.l.] SEI, 2011.

WORLD ECONOMIC FORUM (WEF). Water security: the water–food–energy–climate nexus. [s.l.] Island Press, 2012.

## SOBRE OS AUTORES

### Vanessa Rafaelle Soares de Lima

É graduada em Tecnologia em Hidráulica e Saneamento Ambiental e Controle de Obras (FATEC). Técnica em Sistemas de Saneamento na Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. Mestre em ciências pelo Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública (FSP-USP).

### Wanderley da Silva Paganini

É Engenheiro Civil e Sanitarista, trabalhou na SABESP por 43 anos, onde criou a Superintendência de Gestão Ambiental, tendo ocupado o cargo de superintendente por 14 anos. É professor associado do Departamento de Saúde Ambiental da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. Foi membro do Conselho Estadual do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, e do Conselho Nacional de Recursos Hídricos.

### Leandro Luiz Giatti

É bacharel em biologia, mestre e doutor em Saúde Pública. É professor associado no Departamento de Saúde Ambiental da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. Pesquisador no Instituto de Estudos Avançados da USP, Pesquisador Visitante no ILMD/Fiocruz Amazônia e coordenador do PPG Profissional em Ambiente, Saúde e Sustentabilidade (USP).

### Contato

**Vanessa Lima** - vrslima@gmail.com

**Leandro Giatti** - lgiatti@usp.br

**Wanderley Paganini** - paganini@usp.br



**AGENDA POLÍTICA PÚBLICA** é uma série de textos com recomendações de políticas públicas, baseadas nos resultados de diversas pesquisas do Projeto Temático FAPESP Macroamb (2015/03804-9) “Governança Ambiental na Macrometrópole Paulista face à Variabilidade Climática”, sob a coordenação do Dr. Pedro R. Jacobi, Professor Titular Sênior do Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo. O projeto, concluído em 2022, analisou de forma interdisciplinar o conjunto de processos que devem compor uma agenda de atuação e de integração de diferentes interfaces da governança ambiental.