

CONTOS DA TERRA

PARA ALÉM DA CIÊNCIA

Bruna Arruda
Marcia Vidal Candido Frozza
Antonio Carlos de Azevedo
Organizadores





Departamento de Ciência do Solo
Programa Ponte Solo na Escola



CONTOS DA TERRA

Para além da Ciência

1ª edição

Organização

Bruna Arruda
Marcia Vidal Candido Frozza
Antonio Carlos de Azevedo

Autores

Aline Martineli Batista
Antonio Marcos Miranda Silva
Bruna Arruda
Clécia Cristina Barbosa Guimarães
Mónica Gabriela Perez
Antonio Carlos de Azevedo

Diagramação

Bruna Arruda
Marcia Vidal Candido Frozza

Capa

Wilfrand Ferney Bejarano Herrera
Bruna Arruda

Orientação de escrita e revisão textual

Marcia Vidal Candido Frozza
Bruna Arruda

Piracicaba, 2022

Título original: Contos da Terra: para além da Ciência

Programa Ponte-Solo na Escola

Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”

Av. Pádua Dias, 11 - Agronomia, Piracicaba - SP, 13418-900, Brasil

Coordenação Geral: Antonio Carlos de Azevedo

A779c

Arruda, Bruna.

Contos da terra: para além da ciência. (Livro eletrônico) / Bruna Arruda; Frozza, Marcia Vidal Candido; Azevedo, Antonio Carlos de. (Org.); capa Bruna Arruda e Wilfrand Ferney Bejarano Herrera – Piracicaba (SP): ESALQ/Ponte Solo na escola, 2022.

61 p. : il. Color.

Disponível em: <https://sites.usp.br/solonaescola/publicacoes/>

ISBN 978-65-00-58323-6 (PDF)

1. Literatura brasileira - Contos. 2. Ciência da natureza – Artigos científicos. I. Batista, Aline Martineli. II. Guimarães, Clécia Cristina Barbosa. III. Azevedo, Antonio Carlos de. IV. Silva, Antonio Marcos Miranda. V. Perez, Mónica Gabriela. VI. Título.

CDD 869.3

CDU 821.134.3(81)-34

Bibliotecária responsável

Mônica Valério Barreto

CRB-14/967

Todos os direitos garantidos. Este é um livro publicado em acesso aberto, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que sem fins comerciais e que o trabalho original dos autores e autoras seja corretamente citado.

Mariana Vogt



Mariana Vogt Michaelsen nasceu em Ijuí, interior do Rio Grande do Sul, mas vive em Florianópolis. É graduada em Psicologia, mestra e doutoranda em Literatura pela UFSC e seus estudos giram em torno da questão da autoria e escritura de receitas culinárias. Publicou o romance *Eu te sonho: cartas do confinamento*, escrito com Fábio Brüggemann, e tem textos publicados no *Jornal O Menestre* e na *Revista Anturragem*.

Prefácio

Aposto nas “delicadezas da comunicação entre diferentes áreas de conhecimento” e como se aterrar na ficção fosse um modo de ficcionalizar medos, sonhos e resultados de pesquisas reais, este livro composto por artigos transformados em contos começa com o conto *Rizosfera: pequenos reinos escondidos*, de Aline Martineli Batista, um sonho-transporte para a rizosfera, onde raízes ganham vozes totalmente diferentes da voz da personagem, mas compreensíveis. Os termos em uma linguagem totalmente diferente da minha, por vezes, me pareciam inventados, mas bonitos, muito bonitos. Tão bonitos que me fazem querer falar com as raízes e da rizosfera receber a água.

O burguês ganancioso e o quilombola cientista, de Marcos Miranda Silva, nos ensina a pegar a terra com as mãos e, assim, falar com a terra. É preciso se abaixar para tocar com as mãos e entender como o que está abaixo reflete na vida acima do solo. O clima de preocupação com o presente e o futuro perpassa o livro todo e no segundo conto se presentifica no embate entre o lucro e o cuidado com a terra. A neta planta as *Moedinhas de fósforo* ao invés de comprar pão para a avó, pois é através da terra que as mudanças recomeçam, nos mostra Bruna Arruda, em uma narrativa que abre passados escritos em páginas amareladas e faz dos domingos o primeiro dia. As pesquisas em raízes não são somente as do solo, mas também as de origem.

Da caixa da avó Luz nos sentamos na cadeira da bisavó do conto *A natureza pediu socorro...*, de Clécia Cristina Barbosa Guimarães. Pois se as heranças familiares são objetificadas em caixas e móveis, símbolos de afeto, as heranças coletivas são impactos de decisões que preconizavam a produção, a “máquina de lucro” de um “passado que poderia ter resultado num futuro diferente”. E o riso se converte em dor, em possibilidade de morte, no conto *As secretas Terras Baixas*, de Mônica Gabriela Perez. A importância de falar sobre o passado, de visitar o passado, mesmo que alguns personagens prefiram o silêncio, leva David até as Terras Baixas. Essa terra não é a Rizosfera do primeiro conto, fonte de água e de vida, mas, sim, o que restou de uma terra que foi desrespeitada.

Por fim, os sonhos retornam e encerram estes *Contos da Terra*, mas, dessa vez, os sonhos levam os olhos para o céu em *Mistério em Cametá*, de Antonio Carlos Azevedo. Entre pesquisas sustentadas por “uma bolsa de estudos tão defasada”, a jovem Gabriela vai morar em outra terra, na intenção de contribuir com os estudos da equipe. Para ser compreendida pela equipe, Gabriela usa outra linguagem, simplifica os termos científicos. Esta coletânea faz o mesmo movimento de Gabriela: simplifica a linguagem para mostrar caminhos e resultados de pesquisas.

Espero que os sonhos nos levem para a rizosfera e para os céus, que sejam soluções e caminhos para as pesquisadoras e os pesquisadores, que a água seja alimento das raízes, que os milhos sejam diversos e que o futuro distópico não se concretize.

Mariana Vogt
Florianópolis, dezembro de 2022.

Carolina Candido Frozza



Carolina Candido Frozza, a Nina, nasceu em 2011, em Florianópolis. É estudante, aprendiz de artes plásticas, dança, música, literatura e artes marciais. É autora dos livros "Uma águia no meu sonho" (2018), "Cozinha básica da Nina", "Poemas do dia" e "Aleatórios" (2022) e de letras de música. Atleta da Seleção Catarinense de Kung Fu (campeã catarinense em 2017, 2018 e 2019 e campeã brasileira em 2018 e 2019). É cofundadora, diretora, roteirista e integrante da Companhia de Teatro Uma história pede o quê? e aluna e elenco do Grupo Teatrália Produções, dirigido por Juliana Cascaes.

Provocações de leitura

O livro tem um conteúdo interessante, concentrado na realidade que conhecemos, sem soluções mágicas e sem perder a magia da história, nos levando a pensar que devemos evitar que o meio ambiente seja transformado a ponto de não ter mais vida. *Rizosfera: pequenos reinos escondidos*, da Aline Martineli Batista, me fez ver o solo de outra forma, e deu uma vontade de fazer a mesma viagem que a personagem para conhecer de pertinho esse mundo mágico, com reinos e súditos que também têm seus reinos: como num conto de fadas. *O burguês ganancioso e o quilombola cientista*, do Antonio Marcos Miranda Silva, é uma lição de moral e trata sobre pesquisa, preservação do solo e valorização da cultura e das tradições dos povos quilombolas, muito importante nestes tempos que vivemos. *Moedinhas de fósforo*, da Bruna Arruda, é muito bonito, mas tem uma visão triste, que pode se tornar real, e isso causa medo, mas o final do conto também traz esperança. Certamente eu leria para meus alunos se eu fosse professora, pois conseguimos perceber o que fazemos de errado e acreditamos, como Ester, que é possível, sim, salvar o planeta. *A Natureza pediu socorro...*, da Clécia Cristina Barbosa Guimarães, é uma história profunda, triste, com uma realidade possível – a gente vê caminhando para isso nos noticiários! *As secretas Terras Baixas*, da Mônica Gabriela Perez, o meu preferido, apresenta uma realidade que pode acontecer em vários lugares e prende a atenção do leitor, sem se alongar em detalhes. E *o Mistério em Cametá*, do professor Antônio Carlos de Azevedo? Genial! Tenho certeza que você, leitor, também vai gostar!

Carolina Candido Frozza
São José, dezembro de 2022.

Apresentação

Moacyr Scliar (1937-2011), jornalista, em meio a sua grande produção, tinha um certo prazer em escrever histórias de ficção com base em notícias reais publicadas em jornais¹.

Arthur Conan Doyle (1859-1930) fez sucesso com as histórias de Sherlock Holmes (1892; 1899...), que desvendava mistérios por toda a Inglaterra. Menos conhecido no Brasil, mas muito popular na Europa, o detetive Arsène Lupin (1907-1937...), de Maurice Leblanc (1864-1941), esclarecia mistérios na França. Esses personagens estão sendo “recontados” em várias séries e filmes recentes.

Arthur Clarke (1917-2008), inglês, foi um profícuo escritor de ficção (nomeado “Sir” pela Rainha da Inglaterra) com um profundo conhecimento científico. Seu primeiro artigo publicado em uma revista científica - (*Wireless World*), em 1945, “*Can Rocket Stations Give Worldwide Radio Coverage?*” (“As estações de foguetes podem oferecer cobertura de rádio mundial?”) -, antes, portanto, que houvesse qualquer satélite em órbita da Terra, analisava a possibilidade de um sistema de posicionamento e uma rede de comunicação globais serem estrategicamente colocados em órbita, ou seja, nosso atual sistema de GPS e Internet. Uma das obras mais importantes de Clarke, *The sentinel* (A sentinela, 1948), mais tarde reescrita em romance “2001: uma odisséia no espaço”, inaugurou uma nova fase no cinema quando foi lançado em 1968 (dirigido por Stanley Kubrick, com roteiro de Clark e Kubrick).

O que todas essas obras têm em comum? Elas trazem histórias baseadas em fatos e, no caso dos detetives, raciocínio lógico e leis científicas.

Inspirados por esses e outros autores, buscamos desenvolver uma série de textos que misturam ficção, fatos e ciências (humanas, biológicas, exatas etc.) para criar histórias de aventuras. O objetivo desta iniciativa é despertar nos leitores a apreciação pela visão científica do mundo, o exercício da imaginação e a educação voltada à Ciência.

Dizem que, para Einstein, a imaginação é mais importante que a inteligência. Tenho um palpite de que se Einstein vivesse na atualidade, diria que a imaginação faz parte da inteligência.

Para que esses textos cumpram sua finalidade educativa, quando possível, os links para as fontes sobre os fatos que contenham informações factuais e/ou científicas, estarão disponíveis.

Boa leitura e diversão!

Antonio Carlos de Azevedo
Piracicaba, dezembro de 2022.

¹ Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/folha-100-anos/2021/02/moacyr-scliar-fantasiava-realidade-em-cronicas-inspiradas-em-noticias-da-folha.shtml>

Sumário

ALINE MARTINELLI BATISTA

RIZOSFERA: PEQUENOS REINOS ESCONDIDOS 8

ARTIGO CIENTÍFICO DE ORIGEM 12

ANTONIO MARCOS MIRANDA SILVA

O BURGUEÊS GANANCIOSO E O QUILOMBOLA CIENTISTA 13

ARTIGO CIENTÍFICO DE ORIGEM 19

BRUNA ARRUDA

MOEDINHAS DE FÓSFORO 20

ARTIGO CIENTÍFICO DE ORIGEM 29

CLÉCIA CRISTINA BARBOSA GUIMARÃES

A NATUREZA PEDIU SOCORRO... 30

ARTIGO CIENTÍFICO DE ORIGEM 37

MÓNICA GABRIELA PEREZ

AS SECRETAS TERRAS BAIXAS 38

ARTIGO CIENTÍFICO DE ORIGEM 44

ANTONIO CARLOS DE AZEVEDO

MISTÉRIO EM CAMETÁ 45

Aline Martineli Batista



Graduada em Engenharia Agrônômica (2016) pela Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ). Mestre em Solos e Nutrição de Plantas (2018) pela Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ) da Universidade de São Paulo (USP). Doutora em Solos e Nutrição de Plantas (2022) pela ESALQ-USP. Pós-Doutoranda na Facultad de Ciencias Agrarias (FCA) da Universidad Nacional del Litoral (UNL) – Argentina.

Rizosfera: pequenos reinos escondidos

Essa história aconteceu há algum tempo, em uma grande fazenda do Sul do Brasil chamada Primavera, quando eu era estudante de Ciências do Solo e iniciava minhas pesquisas sobre os reinos rizosfera.

Durante uma pesquisa de campo nessa fazenda, enquanto descansava à sombra de uma árvore, após o almoço, senti um sono profundo me envolver. Quando acordei, só havia escuridão. Fiquei um pouco assustada, pensando que tinha perdido a hora, então, resolvi voltar para casa. Mas, assim que dei o primeiro passo, senti meu corpo despencar em um abismo que parecia não ter fim. Após algum tempo, meus pés tocaram o chão novamente. Embora a queda tenha sido gigante, eu estava bem, apesar de apavorada.

Tudo ao meu redor estava escuro, então, lembrei da lanterna que sempre levava na mochila, imediatamente a liguei e comecei a observar onde eu estava. Naquele momento me senti como a Alice, do País das Maravilhas! Sim! Eu estava em um mundo mágico. No mundo que eu estudava pelo microscópio, portanto, eu estava do tamanho dos microrganismos que observava pelas lentes!

Mesmo sem entender, não perdi tempo tentando encontrar explicações para o que havia acontecido. Imediatamente, comecei a investigar, pois, se era uma magia, ela poderia acabar e eu perderia a chance única de explorar os reinos rizados!

Foi nessa viagem fantástica que conheci de perto as rainhas Canola, do reino Canolândia, Aveia-Preta, do reino Pretolândia, Aveia-Branca, do reino Brancolândia, e Ervilhaca, do reino Ervilhacolândia. E, claro, os reis Trigo, do reino Trigolândia, e Azevém, do reino Azevolândia.

Na Fazenda Primavera, esses monarcas eram utilizados para alimentar os animais, como as cabras, as ovelhas e as vacas, mas pouco se falava sobre o que acontecia no interior do solo, onde o reino rizados de cada planta estava sempre em atividade. E agora eu estava neles! Havia uma atividade intensa por lá, ninguém parava, a não ser para me olhar rapidamente, contudo, ao perceberem que eu não iria interferir, continuavam seu trabalho. Eu, claro, peguei meu caderno de campo e comecei a anotar tudo o que via.

A certa altura, alguns organismos se aproximaram de mim e, pasmem, começaram a falar. Era uma linguagem totalmente diferente da minha, mas, talvez pela magia do lugar, eu conseguia entender o que diziam. Segundo eles, as rainhas e os reis daquela fazenda já me conheciam e estavam cientes das pesquisas em andamento. Sabiam que eu estava apenas tentando compreender como era aquele mundo e que não faria mal algum para ninguém dali. Por isso, destacaram uma equipe para me explicar o que acontecia no interior dos reinos rizados.

Conforme caminhávamos por aquele fantástico mundo, os organismos contavam que todas as plantas se esforçavam muito para liberar substâncias mágicas que protegessem os solos enquanto produziam muitas folhas para alimentar os animais, porém, nem todas tinham sucesso nessa atividade.

Muitos pesquisadores já haviam identificado esse fato, inclusive eu, pois, quando se comparava o solo do reino rizados com solos distantes das raízes das plantas, observava-se que as plantas inseridas na rizados conseguiam fazer com que os agregados do solo do reino fossem mais resistentes. Geralmente, as plantas que conseguiam acumular mais Carbono orgânico dentro do seu reino também alcançavam melhor agregação do solo, mas isso nem sempre ocorria!

Na Canolândia, na Trigolândia e na Pretolândia, o Carbono orgânico acumulado era menor do que nos demais reinos e a agregação do solo, embora um pouco superior, não era muito diferente das áreas para além da rizosfera. Os demais reinos apresentavam altas quantidades de Carbono orgânico e quase todos tinham o solo de seu território muito bem protegido, isto é, bem agregado. A boa agregação do solo nesses reinos era tanta, que se estendia para fora deles. Por isso, o jeito rizosfera de algumas plantas chamava bastante atenção!

Enquanto eu era conduzida por aquele grupo tão peculiar pelos diferentes reinos, os organismos me explicavam como aquilo acontecia. Segundo eles, a Ervilhacolândia possuía muito Carbono, mas havia partículas de solo que acabavam desagregando com o aumento do Carbono orgânico. Isso ocorria porque essa planta monarca liberava substâncias mágicas repletas de ácido. Esse ácido acabava afastando os pequenos torrõezinhos e grãos solitários daquele reino. Já na Azevolândia, a história era outra! Essa planta se esforçava tanto em manter seu reino sempre em ordem, que se destacava das demais e a agregação do solo era exemplo! Nesse reino, os torrõezinhos de solo estavam sempre bem unidos e cuidando uns dos outros. Não havia chuva forte o bastante para separá-los!

Conforme ouvia, minha alegria aumentava cada vez mais. Não sabia de ninguém que tivesse passado por uma situação semelhante, de ter conhecido reinos rizosfera assim, de perto, como uma parte dele. Também era fantástica a oportunidade de compreender como se dava a agregação do solo em cada um daqueles reinos.

Mas, apesar de estar maravilhada, eu precisava retornar à superfície, pois minha equipe de pesquisa deveria estar preocupada com meu desaparecimento. No entanto, havia um grande problema: como eu voltaria para o meu mundo, se não conseguia ver nenhuma abertura no solo pela qual eu pudesse voltar à superfície? Quando perguntei ao grupo peculiar que me acompanhava, os organismos apenas me orientaram a usar o mesmo caminho pelo qual havia chegado lá. “Mas, qual teria sido o caminho?”, perguntava a mim mesma, pois todos já haviam se afastado para cuidar dos seus afazeres. Eu simplesmente não me lembrava...

Muito preocupada e assustada, comecei a correr desesperadamente entre os reinos rizosfera, sem chegar a nenhum lugar parecido com uma saída. Quando me cansei, sentei-me em um agregado de solo e comecei a chorar. Entre lágrimas e soluços, adormeci. De repente, no meio do sono, senti uma forte dor na cabeça e tudo pareceu girar! Quando despertei, estava novamente na superfície.

Sem pensar duas vezes, corri para encontrar com meu grupo de pesquisa, ansiosa por compartilhar minhas descobertas e mostrar para todos o quanto os nossos estudos estavam sendo importantes e assertivos. Tinha certeza, minha aventura seria um incentivo para continuarmos pesquisando os reinos rizosfera, pois compreender sua dinâmica poderia auxiliar os seres humanos em relação ao uso de diferentes recursos, como fertilizantes e água, e promover maior ganho de produtividade com menor uso de recursos naturais. Afinal, é através da rizosfera que a planta obtém a água e os minerais necessários ao seu crescimento e desenvolvimento.

ARTIGO CIENTÍFICO DE ORIGEM

BATISTA, A. M.; LIBARDI, P. L.; GIAROLA, N. F. B. Evaluation of the soil aggregation induced by the plant roots in an Oxisol by turbidimetry and water percolation. *Rhizosphere*, 16, 100265. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.rhisph.2020.100265>

Título em português: Avaliação da agregação do solo induzida pelas raízes das plantas em um Latossolo por turbidimetria e percolação de água.

Projeto: Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas.

Universidade: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP).

Estudo realizado em Ponta Grossa, Paraná, BR.

Características importantes: Foram utilizados seis sistemas de cultivo com diferentes tipos de plantas. Cada tipo criou uma rizosfera diferente: (A) Grãos: canola; (B) Pecuária: aveia-preta; (C) Fitomassa: aveia-preta em consórcio com ervilhaca; (D) Controle: trigo; (E) ILP (Integração Lavoura-Pecuária): azevém em consórcio com aveia-preta e (F) Diversificado: aveia-branca.

Análises: Avaliou-se a argila prontamente dispersa em água (APDA) e a argila mecanicamente dispersa em água (AMDA). Para a APDA, o solo foi agitado com água, em um frasco, por cerca de 16 segundos de forma manual, simulando a argila que se soltaria em condições naturais. Para a AMDA, essa agitação foi de 30 minutos de forma mecânica. Após a agitação, as misturas de solo e água foram deixadas em repouso por 16 horas, para que as partículas maiores se depositassem no fundo dos frascos, restando apenas partículas de argila em suspensão. Utilizou-se, então, um turbidímetro, que identifica a redução da transparência da água das amostras devido à presença de materiais em suspensão (argila) que interferem na passagem da luz através do fluido.

Curiosidades: Cada raiz foi escovada cuidadosamente para a coleta dos agregados de solo a ela aderidos. Esses agregados foram chamados de agregados do solo da rizosfera. Como solo não rizosférico, foi coletado o solo que estava entre duas plantas e não estava aderido às raízes. Portanto, esse solo teve menor influência das raízes das plantas (Figura ao lado).



Imagem: Preparo de raízes.
Fonte: Acervo da autora (2022).

Antonio Marcos Miranda Silva



Engenheiro Agrônomo (2016) pela Universidade de Brasília (UnB). Doutorando em Ciências, com área de concentração em Solos e Nutrição de Plantas, pela Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ) da Universidade de São Paulo (USP).

O burguês ganancioso e o quilombola cientista

Certo dia, um burguês caucasiano, de estatura mediana, filho de um dos maiores fazendeiros do Cerrado brasileiro, sentado na varanda da imensa casa onde vivia, admirava toda a plantação de milho pertencente a sua família.

O momento foi interrompido quando um funcionário o chamou para mostrar-lhe um tipo de milho nunca visto naquelas terras. Curioso, o jovem quis saber de onde aquela espécie viera. Labão, como era conhecido, explicou que ela só era encontrada no Quilombo. Também citou algumas características daquele milho, o que aguçou o interesse e o desejo de posse do jovem fazendeiro.

Sem pensar duas vezes, o jovem burguês chamou seus jagunços e partiu para o Quilombo com a finalidade de se apropriar daquele milho que se diferenciava dos demais por apresentar maior número de espigas por planta. Imaginava que só poderia se tornar dono das terras quilombolas se seus moradores aceitassem a proposta de compra que ele formulava mentalmente enquanto dirigia.

Ao chegar à comunidade, foram recepcionados por um jovem quilombola, rapaz alto e viril, que indagou o motivo de estarem ali. Por alguns segundos, o burguês ficou em silêncio, pois observava ao seu redor, espantado com a diversidade de plantas existentes naquele local. No entanto, a maior surpresa se deu ao perceber pequenas plantações de milho com um desenvolvimento visivelmente bem superior às da sua fazenda, exatamente o que ele estava buscando. Após o lapso com a paisagem, lembrou-se da pergunta do jovem quilombola e respondeu que pretendia comprar aquelas terras, pelas quais estava disposto a pagar vultuosa quantia.

O jovem quilombola olhou profundamente nos olhos do burguês, que imediatamente levou uma das mãos ao bolso. Os quilombolas ficaram assustados, imaginando que o burguês poderia sacar uma arma, no entanto, ele apenas apresentou-lhes as sementes de milho. Da mesma forma, o jovem quilombola levou uma mão ao bolso. Imediatamente os jagunços foram em sua direção, mas, antes que chegassem até ele, perceberam que o rapaz pegara apenas uma simples caneta.

O burguês, contente e aliviado, pensou que havia sido mais fácil convencê-los do que imaginava. Todos acreditavam que o quilombola estava prestes a assinar qualquer tipo de acordo, porém, ficaram surpresos com a contraproposta que ele fez ao burguês. Propunha-lhe um desafio, caso saísse vencedor, as terras seriam suas, devidamente assinadas, do contrário, permaneceriam com os quilombolas.

– Pois bem! – disse o burguês sem hesitar, e, com um aceno de cabeça, declarou que aceitava o desafio.

O jovem quilombola, então, apontou para uma casa bem antiga, conhecida como senzala, e perguntou ao burguês o que ela representava. Sem entender o que a velha casa teria a ver com sua proposta de compra das terras, o burguês disse apenas que não fazia ideia.

O quilombola, então, explicou que aquela comunidade carregava lembranças vivas de um passado não muito distante, sendo aqueles poucos metros cúbicos de terra o local de refúgio e subsistência de várias gerações por longos anos. Um silêncio pairou no ar naquele momento, mas foi interrompido por poucas palavras do moço burguês, que manifestou não entender o significado da conversa.

Sem muito espanto, o jovem quilombola falou que, realmente, seria muito difícil a um burguês responder aquela pergunta, afinal, a “nobreza” sabe muito pouco, ou quase nada, sobre a história da senzala.

Em seguida, dirigindo-se aos que estavam ao seu redor, explicou que, se não bastasse um passado traumático, todos no Quilombo viviam um presente marcado por governantes que desejavam acabar com a memória viva de resistência do seu povo:

– Os senhores feudais, hoje chamados fazendeiros, querem simplesmente comprar e acabar com nossa história – disse o jovem.

Um minuto de silêncio pairou no ar. Logo em seguida, o jovem quilombola convidou o burguês a agachar-se e a tocar o solo com as mãos. A princípio relutante – não queria sujar as mãos –, o burguês acabou cedendo, porque, segundo pensava, do seu gesto dependia a posse das terras que almejava.

Ao tocar o solo, sentiu apenas uma leve aspereza e disse que era uma terra como outra qualquer. O quilombola não desistiu e pediu que o burguês fizesse uma concha com as mãos para que pudesse colocar um punhado de solo nelas, depois o orientou a fechar os olhos, sentir aquele punhado de terra, compará-lo à terra de sua propriedade e então a descrevesse, destacando como estava a saúde do solo da fazenda.

Sem entender a diferença entre um solo e outro, e já prevendo em sua frente as sacas de milho produzidas que logo se converteriam em dinheiro, o burguês foi enfático ao dizer que a produção estava em alta, portanto a saúde do solo estava muito boa.

Com um sorriso delineado no canto da boca, o jovem quilombola respondeu que a primeira coisa é saber que a saúde do solo não é somente produção, mas produzir sem comprometer as gerações futuras. Para isso, é necessário olhar para o solo como um componente vivo, uma visão que contemple a vida (biologia) sustentada (física) e mantida (química) por ele.

Naquela altura da conversa, o burguês revirava os olhos, pois sua intenção era meramente econômica, não havia nada que não soubesse sobre produção, no seu caso, em toneladas. Na sua visão, as gerações futuras seriam mantidas com o dinheiro gerado por sua ganância. Em nenhum momento passava em sua mente que o solo poderia, com o tempo, deixar de ser útil, devido à exaustão.

O semblante do burguês mudou totalmente quando o jovem quilombola se referiu ao lapso de espanto que ele teve ao chegar ali. Em seguida, apontou para a imensidão de espécies vegetais existentes na tão pequena propriedade e na exuberância das pequenas plantações de milho da comunidade quilombola.

O burguês se mostrou indiferente ao que o outro lhe dizia. Não queria saber de outras plantas, estava interessado apenas no milho diferente. Percebido o desinteresse, o quilombola ofereceu um assento ao burguês à sombra de um grande ipê amarelo, plantado por ele ainda menino, aos 10 anos de idade.

O jovem quilombola explicou que estava usando a Ciência para entender como as tradições de cultivo do povo quilombola influenciavam na saúde do solo. Em seguida fez uma pausa, solicitando ao seu irmão que buscasse alguns papéis que estavam guardados em sua casa. De posse deles, explicou que se tratava de um artigo científico, no qual foram relatados alguns resultados da qualidade de suas terras e que ele explicaria de forma resumida e clara para o burguês e os demais.

Antes de iniciar a explicação, o quilombola lembrou-se de quando Antonio, um jovem cientista, visitou o Quilombo para explicar o artigo àquele povo, traduzindo os termos técnico-científicos para que todos pudessem entender. Tal como dissera Antonio, o quilombola fez o mesmo:

– Assim como um advogado, muitas vezes, precisa traduzir as palavras difíceis ditas pelos juízes ou registradas nos contratos mirabolantes, eu falarei numa linguagem simples e compreensível para qualquer pessoa que me ouvir.

Marcado pela lembrança do que Antonio lhe dissera há alguns anos, o jovem quilombola orientou os presentes a formarem um círculo ao seu redor, chamando também o burguês. Então, explicou que, dependendo do tipo de plantação – milho, pastagem, tangerina; plantas cultivadas entre as árvores (chamado de cultivo consorciado) ou de área de mata virgem, o solo apresentaria particularidades.

Ao olhar ao redor, percebeu que todos o escutavam com atenção e lembrou-se novamente do jovem cientista e de sua fala sobre a necessidade de ver o solo como um componente vivo, observando suas respostas biológicas, físicas e químicas. O que mais chamou sua atenção naquele dia foi o termo glomalina, dificilmente ouvido no cotidiano, mas que, explicado pelo cientista, permitiu ao quilombola guardar as informações na memória. Ao burguês e demais ouvintes, falou que a glomalina é uma proteína produzida por fungos que vivem dentro das raízes das plantas.

O burguês, ouvindo aquilo tudo, formulava mentalmente várias perguntas sobre a serventia da glomalina, porém, antes que pudesse expressar suas dúvidas, o quilombola antecipou-se e, com a ajuda de um galho seco, cavou um buraco com cerca de dois palmos de profundidade no chão, chamando-o a observar os caminhos visíveis no solo, depois, perguntou-lhe como eram formados.

Todos se puseram a ver as casas dos “bichinhos” que vivem no solo, tão estruturadas quanto uma residência feita por um engenheiro civil. O quilombola pediu para que o burguês olhasse atentamente para os diferentes torrões que segurava na mão naquele momento.

Em seguida, mostrou-lhe que os torrões, ou os agregados do solo, eram formados por pequenos grânulos que se uniam. Foi além, dizendo que os torrões se diferenciam por tamanho: os maiores do que 0,025 cm (maiores que 250 μm) são os macroagregados e os menores do isso (maiores que 250 μm) são os microagregados.

O quilombola também mostrou que aquilo era visível em todos os pontos daquele buraco feito no solo. O tamanho dos torrões estava diretamente relacionado à quantidade de glomalina, mas também se diferenciavam conforme o tipo de planta nele cultivada, mostrando que a vida microbiana invisível a olho nu afeta os torrões que o homem consegue visualizar sem o uso de microscópios.

Aos poucos, o jovem burguês começou a entender a diferença. Nunca havia pensado no solo daquela forma, nem que a cultura de um povo também se refletia no modo de cultivo. Encantado com as explicações, ao olhar para o jovem quilombola, percebeu que ele estava com olhos marejados. No entanto, apesar de toda a emoção que estava sentindo, retornou ao ponto que o levava até o Quilombo e perguntou sobre o desafio, afinal, estava lá para comprar aquelas terras.

O quilombola não respondeu à pergunta, apenas explicou que seu povo vivia um desafio diário. Além de produzir alimentos para a geração atual, sem comprometer a geração futura, preservando a saúde do solo, convivia com as ameaças dos grandes políticos e fazendeiros...

Diante do olhar incrédulo do outro, o quilombola, emocionado, contou que, aos 10 anos, após presenciar uma briga sangrenta entre seu avô e um coronel vizinho – avô do burguês –, plantou aquele ipê. Durante a disputa por terras, o jovem quilombola se comprometeu a zelar pelas tradições e costumes do seu povo. Ele se tornaria um cientista, como Antonio, e, através de suas pesquisas, provaria que suas tradições e costumes deveriam ser preservados, pois eles permitiam o sustento da vida acima e abaixo do solo.

Naquele momento o burguês entendeu que o desafio ia muito além de uma prova ou pergunta, tratava-se de uma história, de práticas, de uma cultura que passava de geração a geração e que lhe era desconhecida. Deu-se conta de que a diferença entre o milho produzido na fazenda e o do Quilombo residia em um processo longo e árduo, um desafio que a comunidade enfrentava diariamente. Compreendendo a proposta do quilombola, disse-lhe que não se sentia merecedor de um lugar como aquele.

Assim, à sombra da árvore que havia plantado, e à luz da Ciência, o quilombola escutou um pedido de desculpas do jovem burguês, seguido de uma nova proposta: o jovem propunha que ele, quilombola, o ajudasse a erguer a saúde do solo da sua propriedade, de forma que pudesse atender a toda a demanda da região, sem necessitar ampliar a área cultivada, nem comprometer as gerações futuras e a vida animal e microbiana acima e abaixo do solo.

Desse modo, na forma de um pacto, os jovens burguês e quilombola se abraçaram e passaram a trabalhar juntos na empreitada de restaurar a saúde do solo de todas as propriedades da região do Cerrado.

ARTIGO CIENTÍFICO DE ORIGEM

Silva, A. M. M., Ramos, M. L. G., Nascimento, R. S. D. M. P. D., Silva, A. D. N., Silva, S. B., Cardoso, E. J. B. N., & Paula, A. M. D. (2019). Soil quality indicators under management systems in a Quilombola community in the Brazilian Cerrado. *Scientia Agricola*, 76, 518-526. Acesso: <https://doi.org/10.1590/1678-992X-2018-0008>

Título em português: Indicadores de qualidade do solo sob sistemas de manejo em uma comunidade quilombola no Cerrado brasileiro

Projeto: Trabalho de conclusão de curso em Agronomia

Universidade de Brasília (UnB)

Estudo realizado na Cidade Ocidental, Quilombo Mesquita, do estado de Goiás, BR.

Características importantes: Para esse trabalho, amostras de solo foram coletadas em duas profundidades (0-10 e 10-20 cm) em três sistemas de manejo mais representativos da comunidade quilombola (cultivo de milho, tangerina consorciada e pastagem), além de uma área de mata nativa tomada como referência.

Análises: analisou-se os atributos de agregação (diâmetro médio e ponderado dos agregados e o índice de estabilidade em água dos agregados), o teor de Glomalina e o Carbono orgânico presente nos macro e microagregados do solo. Para o Carbono do solo foi utilizada uma técnica que envolve titulação. Com essa técnica, misturou-se o solo com Dicromato de Potássio e obteve-se uma solução de cor alaranjada. Em cada amostra foi sendo adicionado, aos poucos, Sulfato Ferroso Amoniacal e, assim, cada amostra foi se tornando esverdeada. Nesse tipo de análise, todas as amostras devem chegar ao mesmo tom de verde. Quanto mais solução de Sulfato Ferroso Amoniacal for necessário adicionar em uma amostra, maiores são os teores de carbono orgânico (Figura ao lado).



Imagem: Análise de Carbono.
Fonte: Acervo do autor (2022).

Curiosidades: Anterior à coleta das amostras, diversas visitas à comunidade foram realizadas com o objetivo de levantar as informações históricas dos manejos empregados em todos os sistemas estudados.

Bruna Arruda



Graduada em Agronomia (2013) pela Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). Mestre (2015) e Doutora (2020) pela Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP) no Programa de Solos e Nutrição de Plantas. Pós-doutoranda (2022-2023) na Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Unesp).

Moedinhas de fósforo

Era o terceiro domingo de março do ano 2069, e tinha como plano de fundo as folhas que começavam a cair naquele início de outono. Ester não podia conter a ansiedade que sempre tomava conta de seu pequeno e delgado corpo quando se preparava para visitar a avó – Luz. Aqueles encontros, que haviam se tornado um compromisso semanal e indispensável, eram sempre muito esperados por ambas, em especial pela menina, pois sabia que, enquanto tomassem chá de erva cidreira acompanhado de pão, a avó lhe contaria, sem economizar nos detalhes, alguma história repleta de magia.

A caminho para a casa da avó, Ester esticava o braço de sua mãe, Pietra, que tentava acompanhar seus passos apressados, que se tornaram mais rápidos ainda ao se aproximarem de uma esquina de onde Ester já podia sentir o cheiro do pão recém-saído do forno. Logo em seguida, via-se o letreiro “Pão fresco” – da padaria onde a menina comprava uma iguaria de farinha de trigo especialmente batizada por ela e pela avó como o “pão de domingo”.

Embora houvesse alguns pães ao custo de 100 ppm de P (moeda corrente da época), produzidos com farinha sintética que deixavam a desejar pela falta de sabor, de cor e até de amor, Ester se dava ao luxo de comprar o pão especial, mesmo no valor 500 ppm de P a unidade, usando as moedinhas que economizava.

Ao chegarem à casa de Luz, a menina quase não conteve a ansiedade de aguardar apenas alguns minutos até que a avó lhes abrisse a porta. Na sala, a pequena encontrou uma caixa visivelmente revirada por Luz, que continha arquivos antigos, impressos em papel, cuja cor amarelada indicava o passar dos anos. Aqueles papéis recordaram a Ester uma visita virtual que fizera com a turma do colégio semanas antes – pelas telas digitais, era possível ver muitos papéis amarelados como aquele da caixa da avó.

Surpresa por ainda não ter visto nem a caixa, nem os papéis, na casa da avó, Ester quis saber o que eram.

Luz, então, sentou-se em um sofá e começou a explicar. Quando frequentava a universidade, em 2010, a impressão em papel era comum, e mesmo não fazendo muito sentido na realidade digital de Ester, o uso do papel teve sua importância e o custo da impressão era alto.

Curiosa, a menina perguntou quanto custava ter uma folha de papel naquela época. Luz esboçou um sorriso, imaginando o valor em ppm de P, pois teria que fazer a conversão do que um dia fora o real, ou centavos de real, para a nova moeda. Com tantas cifras que surgiram em sua mente, preferiu não entrar em valores e respondeu simplesmente que seriam muitos ppm de P.

Olhando a avó remexer na caixa, um dos papéis chamou a atenção de Ester pelo timbre, que lhe pareceu muito bonito, mesmo sem ter a menor ideia de que era apenas um detalhe que adornava aquele documento. A real beleza estava no conteúdo, eternizado em palavras.

Era um artigo científico que Luz guardava com muito carinho. Ao ser questionada pela neta sobre seu teor, um filme passou por sua mente ao lembrar detalhes de um passado distante, cujas ações resultaram naquele documento elaborado quando cursava Agronomia, bem antes da corrida pelo Fósforo.

Ao pressentir histórias, a menina sentou-se no tapete da sala, com sua fatia generosa de pão de domingo, para escutar atentamente cada detalhe do que a avó lhe contaria sobre o papel que segurava com a firmeza que suas forças lhe permitiam, como se alguém pudesse levá-lo, deixando-a de mãos vazias.

– Ester, o Fósforo sempre foi um desafio para aqueles que o buscam no solo, não por simples capricho, mas por uma questão natural. As partículas de solo atraem o Fósforo de uma maneira quase inevitável, e essa relação, até certo ponto egoísta por parte do solo, vai atraindo o Fósforo, seduzindo e o envolvendo... Tudo começa como um aperto de mão, depois passa a um forte abraço do solo, que acaba deixando o Fósforo sem movimentos. Com esse jogo de encantamento, o Fósforo é envolvido de tal modo, que perde sua identidade nessa união quase indissociável, tornando-se parte do solo.

Atenta ao que a avó contava, mesmo sem intenção, através das expressões faciais, Ester demonstrava seu espanto sobre aquela relação retratada em palavras. Apesar de não ouvir os pensamentos da neta, Luz podia ver, na sua expressão aflita, o incômodo com o destino do Fósforo no solo. Então, sorriu levemente, na tentativa de oferecer um ar de esperança à neta, buscando, nisso, também um alento para si. Explicou que muitos estudiosos padeciam dessa aflição, por isso buscavam formas para libertar o Fósforo dessa junção, por muitos considerada como injusta.

A menina sentiu uma leve esperança quando a avó mencionou a descoberta científica sobre o potencial das plantas em liberar aquele componente tão desejado. No entanto, o que Luz descrevia como uma solução fácil, logo encheu de dúvidas os pensamentos de Ester, quando ouviu sobre a necessidade de se estudar as partes invisíveis, localizadas nas entranhas do solo, na parte escondida da planta, pois é justamente lá, nas raízes, que acontecem muitas coisas.

Luz recordou do tempo quando iniciou suas pesquisas em raízes. Como uma cientista do solo, deu sua contribuição na busca pela liberdade do Fósforo, sentindo-se orgulhosa por isso. Dentre tantas possibilidades que havia, as plantas de trigo chamaram sua atenção, quando passou a ver que, além daquele mar dourado de espigas, as plantas continham segredos muito maiores do que a beleza visível. Ela começou a observá-las minuciosamente. Sabia que precisava começar uma busca em um novo mundo a ser descoberto e, aos poucos, foi entendendo como se comportavam as raízes, naquele emaranhado que, mesmo sem uma forma estética, longe de ser comparável ao cachecol tricotado por ela, eram capazes de se organizar em sua complexidade desordenada e explorar cada grão de argila em busca do necessário e desejado Fósforo, até então privado de liberdade.

Ester já se via com ar de entendida no assunto, mas Luz continuou, como se estivesse dentro do solo, perdendo-se e encontrando-se em meio a tantas raízes que pareciam abraçá-la naquele momento. A avó sabia que não era simples, mas não decepcionaria a neta. Embora parecesse, em um primeiro momento, que as raízes eram a solução, foi observado que elas não são capazes de alcançar o Fósforo totalmente abraçado pelo solo.

A menina fez ares de muitas perguntas, mas, antes que as verbalizasse, Luz continuou descrevendo suas pesquisas com trigo, mantendo um ar de suspense, dizendo que as plantas são capazes de usar uma ferramenta quase secreta. Mesmo estando sozinhas, Luz falou baixinho a Ester, quase sussurrando, que as plantas tinham pelos nas raízes...

Em uma reação mais do que espontânea, Ester olhou para o próprio braço, parecendo um pouco incrédula ao pensar que as raízes das plantas tinham pelos como aqueles que ela podia ver, e até sentir, em seu fino braço.

Luz aquiesceu com um pequeno gesto e explicou que algumas raízes contam com esses acessórios de luxo. Assim como os pelos humanos, os das raízes são tão finos que, sim, conseguem penetrar em lugares inimagináveis no solo em busca do Fósforo, por isso, seus estudos envolveram dois tipos de trigo.

Ester ficou ainda mais confusa, pois, para ela, havia apenas trigo. A avó, sorrindo, comentou que, aparentemente, todos os trigos são iguais, mas existem particularidades em cada tipo, com uma identidade que o pode tornar desejado ou não. Tudo depende de sua especialidade. Isso realmente surpreendeu Ester.

Apesar da gama de opções, Luz se concentrou inicialmente no trigo Abalone. Um trigo comum? Talvez. Não se pode dizer que não, no entanto, suas raízes, simples, desnudas, sem pelos radiculares, quase desprotegidas, limitam seus horizontes e sua exploração do solo em busca de Fósforo e outras aventuras. O Abalone só pode passear onde suas raízes cabem, onde o espaço lhe permite. E só pode alcançar o Fósforo que está livre no solo, o que é pouco.

A neta de Luz pareceu decepcionada, pois imaginava ouvir sobre raízes que tinham pelos. Seu interesse, porém, voltou quando a avó retomou a narrativa, falando sobre outro tipo de trigo que se tornou objeto de seus estudos e de intensa observação, o Quartzo.

Feliz por lembrar sua descoberta, sorrindo, Luz descreveu o Quartzo como o mais aventureiro, pois tem raízes exploradoras, cobertas de pelos que lhe permitem ir além, muito além, até onde o Fósforo está escondido. Quando foi colocado à prova, não perdeu tempo: usou cada um de seus pelos radiculares, absorveu o que pôde de Fósforo e cresceu!

Após essas explicações, Ester percebeu que até mesmo uma planta de trigo, que antes lhe parecia como cópia infinita de uma mesma espécie, como as produções em série, contém segredos que podem fazer toda a diferença. A avó gostaria que a neta entendesse que a raiz deixa suas marcas por onde passa e que, aos poucos, vai ambientando o solo, imprimindo nele sua identidade, criando sua rizosfera, seu ambiente, milimétrica e individualmente marcado. Assim é a natureza.

Luz sentia-se feliz em compartilhar uma vez mais suas descobertas, agora, com sua querida neta Ester. Mas, saber a origem do Fósforo do solo ainda intrigava a menina, pergunta que também ecoou na mente de Luz por muitos anos. Na tentativa de simplificar o complexo, respondeu que era possível adicionar esse nutriente no solo com moedinhas de ppm de P. Imediatamente, a menina colocou sua mão no bolso e expressou preocupação, pois, se colocasse suas moedinhas no solo, não teria como comprar o pão de domingo em sua próxima visita.

Luz resolveu, então, contar sobre uma tarde muito fria de inverno, quando, ao sair da universidade após uma aula sobre fertilidade do solo, no caminho para casa, viu muitas folhas caídas, formando uma leve forração. Ela sabia que, em poucos dias, muitas outras cairiam, até formar uma espécie de acolchoado. Com tanto frio, pouquíssimos “bichinhos do solo” trabalhariam na quebra ou consumo daquelas folhas.

Ester, imaginando que o tapete da sala da avó era também feito de folhas caídas, deitou-se e abriu os braços para senti-lo. Luz, então, pediu-lhe que fechasse os olhos e imaginasse que não eram simples folhas, mas um amontoado de nutrientes que, assim como um diamante, precisavam ser lapidados. Um pensamento assomou-lhe à mente, porém, o guardou consigo. Naquela época, não poderia imaginar que poucos anos mais tarde um daqueles nutrientes se tornaria a moeda mais valiosa do mundo.

Ainda deitada, Ester perguntou à avó se nas folhas havia Fósforo. Luz respondeu que sim e, animada, explicou que cada uma delas tinha muitos nutrientes, incluindo o Fósforo. Contudo, apesar de a comunidade científica da época conhecer o valor de cada nutriente, todos sabiam que alguns eram mais difíceis de se obter. O Fósforo, inicialmente, foi um grande desafio, mas, aos poucos, foi ganhando protagonismo. Com o passar do tempo, conhecido como P e medido em ppm, tornou-se o nutriente mais buscado, por consequência, o mais valioso, dando início à “corrida ao fósforo” nos anos 2040.

Ah! Como lembrava de seus estudos ao ver Ester deitada no tapete de sua sala, imaginando as folhas sobre o solo. Retomando a fala, Luz explicou que os nutrientes não eram alcançáveis sem que se quebrasse as folhas, reduzindo o seu tamanho... E parou de falar de repente, sentindo uma grande tristeza ao lembrar o momento histórico que marcaria a vida de todos, para sempre.

Ester abriu os olhos ao perceber o silêncio da avó e, com a ansiedade expressa na voz, pediu-lhe que continuasse. Mas não foi fácil para Luz, pois deveria narrar uma fase obscura da humanidade, no entanto, sabia que era parte essencial da história e precisava contar tudo de uma vez.

– Minha querida, na natureza, minhocas e formigas, “os bichinhos do solo”, sempre foram especialistas em quebrar folhas. Por conta disso, os humanos viram seu potencial para realizar a árdua tarefa de redução do que um dia fizera parte de alguma planta e passaria a valer como moeda. Contudo, o que esses “bichinhos” faziam não era suficiente. Assim, a escala de trabalho para se obter o P do solo e acumulá-lo na forma de moedas foi, gradativamente, ampliado, pois já se tratava de escala industrial de redução do tamanho dos materiais orgânicos até o ponto de não serem vistos a olho nu. Para isso, “bichinhos de solo” menores, também chamados de fungos e bactérias, foram incluídos no processo, multiplicados, a princípio no solo, depois em laboratório, de forma intensiva, para continuarem a quebra do material orgânico até transformá-lo em Fósforo inorgânico e em moedas para os humanos.

Luz refletiu em pensamento sobre a crueldade que estava por trás de todo o processo e, de certa forma, sentiu um pouco de culpa por ser humana, mas estava decidida a contar toda aquela história para a neta.

– Além disso, para se obter o mais puro e valioso P inorgânico, após tanto trabalho dos diversos organismos, era preciso um toque final. Isso ocorreria pela fosfatase, a substância química também chamada de enzima produzida por microrganismos e em laboratórios. Era um processo árduo. Os pequeninos trabalhavam sem descanso para reduzir ao máximo a matéria orgânica que, depois de isolada, era facilmente encapsulada em máquinas na forma de moedas que os humanos buscavam avidamente. No entanto, isso não parecia o bastante e os humanos passaram a usar também as plantas para obter o Fósforo.

Novamente, ao recordar todo o processo, Luz refletiu e sentiu-se culpada por ter trazido à tona à sociedade o segredo das plantas, por ter mostrado seus pelos radiculares, que passaram a ser usados descontroladamente. Doía-lhe contar à Ester que as poucas migalhas excedentes de Fósforo eram o único alimento fornecido aos microrganismos e plantas, que trabalhavam de modo incessante para atender a um capricho humano.

Ester, indignada, manifestou sua insatisfação com o que julgava ser uma injustiça. Luz concordou, e prosseguiu:

– Mesmo com essa concorrência tão desleal imposta pelo solo e pelo homem, as plantas precisavam ser valentes para sobreviver. Os humanos já não percebiam que precisávamos de alimentos como este pão que estamos comendo e que o trigo necessário à produção desse alimento também necessitava de Fósforo. Após sua semeadura no solo, o trigo tinha pela frente meses de luta no campo por P, até, finalmente, conseguir materializar a formação e crescimento das espigas tão aguardadas pelo agricultor, que contava os dias para a colheita e, então, prosseguia até a obtenção da farinha, ingrediente essencial para a produção do nosso pão de domingo. Mas, quando essas reflexões se firmaram, o homem já estava cego pela ambição de encapsular o Fósforo.

Luz parou para tomar fôlego e engolir a emoção que beirava às lágrimas, tomou um gole de chá e continuou a narrativa. Ester, visivelmente tocada pelas palavras da avó, depositou a fatia de pão já pela metade sobre o prato, enquanto Luz, em tom de reflexão, com a voz trêmula e com uma tristeza no olhar, continuou:

- O que já não está sendo percebido pela humanidade é que o Fósforo inorgânico, que entra em cada planta através das raízes para alimentá-la e aos poucos vai se transformado em material vegetal e alimento para o homem, é o mesmo encapsulado depois de obtido pelos organismos que trabalham incessantemente e que será usado pelo homem para adquirir bens de consumo, de necessidade básica, ou luxos inimagináveis, como carros de última geração, que já não são mais medidos em ppm de P, mas em toneladas de P.

Naquele momento, Luz apontou à janela e ambas observaram carros luxuosos desfilando pelas ruas. Em tom de reflexão, comentou sua impressão e leitura do que via. Ela não enxergava carros, mas toneladas de P, trabalho de muitos organismos, desfilando sobre quatro rodas. Ester, cabisbaixa, compartilhava a tristeza da avó, mas sabia que ainda havia história para ouvir e, de fato, Luz terminou o que havia começado:

- Desde então, o Fósforo é muito desejado, por consequência, a situação está piorando a cada dia que passa, dificultando o trabalho dos “bichinhos” do solo. Isso enfurece os humanos, pois o P destinado à produção de moedas se torna mais escasso e seu valor no mercado aumenta.

Luz tentou imaginar como seria no século XXII, pois sabia que se as coisas continuassem como estavam, se ninguém fizesse algo, não haveria Fósforo disponível, e perguntou-se mentalmente: “Quando Ester tiver a idade que tenho hoje, quantos ppm de P terá que pagar por uma fatia de pão de trigo...?”

Naquela tarde, após tantas lembranças, Luz vivia um misto de sentimentos, de alegria por poder compartilhar essa história com Ester, de tristeza por pensar no rumo que a humanidade seguia. O turbilhão de pensamentos sumiu no instante em que a campainha tocou. Era Pietra, que chegava para buscar Ester.

Antes que sua mãe entrasse, a menina apressou o regresso, ansiosa para chegar em casa. Não podia esperar mais tempo para colocar suas moedas de P nas plantas de trigo que cultivava no jardim, pois compreendera que as plantas precisavam mais de P do que ela! Ela acreditava que, se cultivasse as próprias plantas com as moedinhas de P, garantindo-lhes esse nutriente, teria trigo para produzir pão, sem precisar comprá-lo!

Pietra não entendeu a pressa da filha que, com uma piscadinha de olhos e com a mão no bolso para certificar-se que as moedinhas estavam lá, despediu-se rapidamente da avó, que retribuiu o piscar de olhos, pensando, satisfeita, que a conversa surtira efeito.

Ester não só colocou todas as suas moedinhas no jardim, como também convenceu seus colegas do colégio a fazerem o mesmo. Ela sabia que precisava agir. E isso foi somente o princípio. Quem a vê hoje, em 2110, em frente ao Painel mundial de níveis de P do solo, não conheceu sua avó Luz, mas sabem que foi dela a grande inspiração para que Ester se tornasse a maior ativista e protetora do P no solo. Muito mudou desde que as moedas já não são de P, mas essa é uma outra história.

ARTIGO CIENTÍFICO DE ORIGEM

Arruda, B., Dall'Orsoletta, D. J., Heidemann, J. C., & Gatiboni, L. C. (2018). Phosphorus dynamics in the rhizosphere of two wheat cultivars in a soil with high organic matter content. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 64(7), 1011-1020.

<https://doi.org/10.1080/03650340.2017.1407028>

Título e português: Dinâmica do fósforo na rizosfera de duas cultivares de trigo em solo com alto teor de matéria orgânica

Projeto: Iniciação Científica de curso em Agronomia

Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV)

Estudo realizado na cidade de Lages, estado de Santa Catarina, BR.

Características importantes: O clima da região de estudo é temperado subtropical, com temperatura média de 16 °C. Durante o inverno, o clima é frio, com temperaturas que podem chegar a -4 °C e a sensação térmica pode ser até -10 °C. O clima da região afeta diretamente a dinâmica da matéria orgânica do solo.

Análises: Foi avaliado o Fósforo disponível às plantas. Para isso, transferimos o Fósforo do solo a uma solução. Essa solução, a princípio, é transparente, porém, quando submetida a uma reação, o conteúdo de Fósforo a torna azul. Se a solução (solo) tem pouco Fósforo, permanece próxima ao transparente. Assim, quanto mais transparente, menos Fósforo, quanto mais azul a solução se torna, mais Fósforo contém. Em laboratório, se faz uma relação entre a intensidade do transparente e do azul, por meio de uma curva, com quantidades conhecidas e crescentes de fósforo, portanto, de azul. Um equipamento é capaz de atribuir valores aos tons de azul, que representam a quantidade de Fósforo do solo.

Curiosidades: Para realizar um estudo a nível rizosférico do solo, foi necessário tomar alguns cuidados, como peneirar o solo, a fim de eliminar torrões maiores que 2 mm. Além disso, foi preciso bloquear o crescimento das raízes com uma fina malha que permitisse, apenas, as trocas de água e nutrientes. Assim, o limite das raízes foi nosso ponto de partida para analisarmos o solo, com diferentes distâncias a partir da raiz. Para separar o solo em camadas milimétricas, desenvolvemos um fatiador, que permitiu a separação da rizosfera. Após muitos testes, com diversos materiais, chegamos a um fatiador feito com canos de PVC (Figura ao lado).



Imagem: Coleta de solo rizosférico. Fonte: Acervo da autora (2022).

Clécia Cristina Barbosa Guimarães



Graduada em Ciências Biológicas (2005) e Mestre em Ecologia e Recursos Naturais (2013) pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Doutora em Ciências (2018) pela Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo (ESALQ-USP). Pesquisadora da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME).

A Natureza pediu socorro...

Cristina, em sua cadeira de balanço, pensa no quanto tudo havia mudado desde a sua juventude. Nesse 18 de novembro de 2080, prestes a completar 100 anos, reflete sobre o mundo em que vive, no qual as pessoas já não precisam sair de suas casas para mais nada, tudo se resolve de modo virtual. Mesmo que desejasse sair, é quase impossível, por causa do calor intenso, da exposição aos raios solares e da limitação do oxigênio nas ruas. A camada de ozônio já tem um buraco tão grande que não mais protege as pessoas. Há algumas décadas, essa camada era uma importante barreira que amenizava os efeitos dos raios solares. Ao acabar com ela, os humanos se tornaram reféns das próprias armadilhas.

Toda vez que Cristina senta-se naquele móvel feito de madeira maciça, herança de sua mãe, objeto que a liga a um passado não muito distante, mas totalmente diverso do atual, ela se diverte com o olhar intrigado da pequena bisneta para a cadeira destoante de todo o contexto da casa e dos ambientes que conhece.

Para a bisavó, a cadeira, que muitas vezes lhe parece uma máquina do tempo, é uma preciosidade, pois já não é mais possível fazer qualquer móvel ou objeto que seja em madeira. As árvores que um dia foram matéria prima para diferentes móveis e outros artefatos são escassas. Não se pode mais cortá-las e são preservadas a qualquer custo.

Cristina ri quando pensa no que muitos ambientalistas da sua época de juventude alertavam sobre não cortar as árvores e o quanto não foram levados em conta. O assunto se tornou mais sério quando muitos passaram a sentir nos pulmões os efeitos da falta de oxigênio. Vendo que os seres fotossintetizantes eram os únicos capazes de produzir o tão necessário oxigênio, a proibição de cortar as árvores passou a ser uma questão de sobrevivência da humanidade.

A atual finalidade das árvores é, unicamente, a produção de oxigênio, portanto, devem ser mantidas vivas, após a maioria delas ter sido destruída. As árvores, um dia usadas para ornamentação, foram substituídas por artificiais, feitas de plástico. As produtoras de oxigênio estão devidamente protegidas da ação predatória em parques de produção de ar. Os humanos não têm mais contato com elas, pois são vigiadas permanentemente por exércitos nacionais.

A cadeira sempre conduz Cristina ao passado. Hoje, véspera de seu aniversário, a cada balanço, volta mais e mais, lembrando-se de quando era jovem, tinha muita vitalidade e jamais poderia imaginar que em pouco tempo as coisas ficariam tão sérias e devastadoras.

Aos poucos, retorna em pensamentos ao ano de 2013, quando cursava Mestrado em uma Universidade Pública brasileira bastante respeitada. Gilberto, seu orientador, era um visionário, preocupado com o uso e a ocupação inadequada da terra e principalmente com o desmatamento. Naquela época, as atividades humanas já ocasionavam degradação ambiental, desprotegendo o solo devido à retirada da cobertura vegetal original, o que modificava a paisagem como um todo.

Naquele tempo, a humanidade ainda tinha a ilusão de que as florestas eram recursos infinitos. As árvores eram cortadas para diversos fins, dentre eles, a produção agrícola em larga escala, pois muitos entendiam que áreas de floresta atrapalhavam o plantio de sementes usadas na alimentação humana e animal. Na ânsia de produzir cada vez, as florestas eram cortadas, queimadas, dizimadas para dar espaço a plantações que alimentariam muitas bocas.

Gilberto queria, de alguma forma, chamar a atenção da humanidade para o que estava acontecendo, mas entendia que isso só poderia ocorrer se quantificasse as situações que observava. Ele sabia que os números eram a única forma de tentar fazer com que todos entendessem a dimensão do que estava em curso. Precisava, urgentemente, de uma pessoa que conhecesse um pouco sobre solo, relevo, vegetação natural e agricultura, e muito sobre software de geoprocessamento de dados e sensoriamento remoto. Esperava que a nova estudante de mestrado que lhe fora designada pela Universidade partilhasse o mesmo desejo e que, juntos, pudessem agir num ambicioso projeto. Estava otimista e ansioso para conhecê-la, assim, tão logo lhe foi possível, agendou reunião para conversarem a respeito de suas ideias.

Quando Gilberto terminou de explicar à Cristina o que imaginava para o projeto de pesquisa, ela estava com o coração em sobressalto. O trabalho era muito interessante, mas nunca tivera contato com geoprocessamento e sensoriamento e tinha dúvidas se conseguiria desenvolver tão ambiciosa ideia, uma vez que não conhecia as ferramentas. Gilberto, agora seu orientador, era um dos melhores naquela área e prometeu ajudá-la, caso aceitasse a proposta. Cristina tomou coragem e se jogou naquele mundo desconhecido.

Após muitos dias estudando a teoria e tentando praticá-la, sentia que estava, enfim, começando a se familiarizar com aquele novo mundo de diferentes tecnologias. O projeto começou a ganhar vida. Cristina tinha, em sua tela, as imagens obtidas pelo satélite Landsat 5, disponibilizadas gratuitamente pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Esse satélite fazia parte de uma série lançada ao espaço pela Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço, popularmente conhecida como NASA, para observação dos recursos naturais. Cristina, nem em sonhos, havia imaginado que um dia teria acesso a imagens da NASA!

Naquela tarde, porém, ali estava ela, olhando para imagens de satélite do planeta que a humanidade chamava de lar. Eram imagens excelentes, que apresentavam um tamanho de pixel correspondente a 30 metros na realidade de campo. Isso significava que objetos maiores que 30 metros poderiam ser fotografados e observados com nitidez. Aquele novo mundo começava a fascinar Cristina.

Contudo, para o projeto grandioso que tinham, aquelas imagens não eram suficientes. Eles precisavam de outras, com mais precisão. Foi então que Gilberto encomendou uma imagem do satélite RapidEye, de 5 m de resolução espacial. Claro que a melhora na qualidade não seria gratuita, mas o esforço e o custo valeriam pela qualidade dos resultados. Após 15 dias de espera, um e-mail na caixa de entrada chamou a atenção de Cristina, o assunto: “Imagem de satélite”. Quando abriu o arquivo, seu coração quase parou de tanta emoção – com aquele conteúdo, poderiam avançar muito com o projeto.

A espera tinha sido válida. Cristina sentiu uma alegria e uma satisfação indescritíveis, desejando que todos os pesquisadores pudessem sentir o mesmo com seus trabalhos em desenvolvimento, independentemente da área. Naquele momento, sentiu-se mais preparada. Sabia que os empecilhos surgiriam, mas passaria por eles. Estava, mesmo, muito entusiasmada!

A imagem de satélite com a qual Cristina trabalharia era como uma fotografia correspondente a quatro municípios do Nordeste do Brasil. Ela morava a quatro horas de viagem do local de estudo e precisou se deslocar para lá algumas vezes para marcar pontos de coleta de dados, anotar a localização e descrever os vários elementos da paisagem. Como ela conheceu os locais, já no seu escritório, em frente à tela do computador e à imagem de satélite, riu baixinho, pensando no quanto o campo trazia experiências únicas e como davam vida àquela imagem, coisas que não eram sentidas antes.

Observando o que estava à sua frente, a vegetação parecia uniforme, contínua e cobria uma grande extensão, como um grande tapete verde visto de cima. No entanto, no campo, podia-se identificar as particularidades de cada espécie vegetal, das que resistiam à devastação humana ou das que se adaptavam ao clima cada vez mais quente. O relevo era bastante diverso, com áreas bem planas e outras com formação de montanhas, porém, o que mais marcava era o calor arrasador no campo, nas áreas onde já não havia vegetação. Só quem visitava essas regiões percebia que a degradação era bastante nítida. Havia muitos espaços consideravelmente áridos. Mesmo o rio, que até 2008 cruzava os municípios, nos últimos anos vinha sofrendo com pressão antrópica e a seca. Cristina, como bióloga, imaginava o impacto daquilo tudo na vida dos animais, e nos próprios pulmões. Como se lhe faltasse o oxigênio.

Após detalhados estudos, ela percebeu que a situação era pior do que imaginavam. Ao olhar a recente imagem de satélite, Cristina entendeu que precisava colocar o projeto em prática logo, assim, começou sua maratona de café e computador. Por muitas noites, acabou cedendo ao sono e seu corpo descansou ali mesmo, apoiado no teclado, mas estava motivada e entre as xícaras de café e os arquivos que baixava, prosseguia. Primeiro, transformou a imagem de satélite inicial em um arquivo compatível com outros softwares de processamento de dados. Precisava ter muito mais do que números em pixel de cinco metros. Para auxiliar, fez um mapa do uso e da cobertura a partir da imagem.

O software com que trabalhava conseguia agrupar os pixels que continham informações semelhantes e, com análise visual, ela identificava, nesses agrupamentos, os elementos da paisagem, como vegetação natural, agricultura, área de pecuária, cidades, solo exposto.

Cada resultado obtido a motivava mais, e o cansaço, mesmo chegando algumas vezes, logo era afastado pela emoção e algumas xícaras de café. Para agrupar os elementos de paisagem, era preciso alinhar os conhecimentos que possuía sobre a área com o software que gerava os resultados. A partir das coordenadas marcadas, conseguia avaliar se seu mapa estava adequado. Incrivelmente, ele apresentava uma precisão elevada em relação à realidade de campo, o que a deixou muito satisfeita.

Após construir o mapa detalhado do uso e da cobertura das terras, passou para a conclusão do projeto – a quantificação dos elementos de paisagem. Com os resultados dessa etapa, saberia se as atividades antrópicas dominantes na região estavam atingindo os elementos naturais de paisagem e se esses resultados poderiam ser traduzidos em números.

Foram mais alguns dias de maratona na frente do computador até chegar aos valores tão desejados do projeto. Quando tudo começou, ela não fazia ideia do que poderia obter, mas pensava que as atividades haviam afetado muito a região. Apesar disso, foi surpreendida ao observar que apenas 35%, menos da metade da área, estava sendo usada para atividades antrópicas. No campo, a sensação era a de que havia uma ocupação humana bem maior. Contudo, apesar da baixa porcentagem, essa atividade já causava sérios danos à paisagem.

O desmatamento se manifestava, fazendo com que a vegetação natural se tornasse mais aberta. Os corpos de água parada surgiam devido à construção de barragens e ao desmatamento. A vegetação natural, apesar de apresentar-se em mais alta porcentagem na área, estava reduzida a fragmentos não conectados. Isso era muito preocupante, pois esse processo deixava as espécies animais bastante vulneráveis. A boa notícia é que os fragmentos estavam localizados próximos uns dos outros e poderia haver fluxo de espécies entre eles.

Com os resultados da pesquisa em mãos, Cristina e Gilberto se reuniram para conversar sobre o que fazer com aqueles dados e esboçar um plano. Sabiam que aquela área, assim como muitas outras do planeta, pediam socorro. Era urgente uma política de implantação de manejo adequado do solo para que as famílias não desmatassem mais e não degradassem o solo que estavam usando.

Depois de elaborado o plano de ação, chamaram a imprensa local, no entanto, os governantes não acreditaram no que viram pela televisão, mesmo ouvindo os dois pesquisadores explicando, com base na ciência, que os recursos do Planeta Terra não eram infinitos e que medidas mais drásticas de preservação ambiental eram necessárias e urgentes.

A partir dos resultados iniciais, Cristina e Gilberto ampliaram seus estudos para outras regiões e os resultados não foram muito animadores. Ambos rodaram o planeta na tentativa de alertar a humanidade sobre os riscos da degradação ambiental. Eles apareceram em muitos canais de TV, rádio, jornais impressos e redes sociais. Apesar das evidências, pessoas com poder de decisão e persuasivas continuaram a convencer a população que não precisava se preocupar, podia desmatar à vontade, porque o importante era ter terra para plantar o que comer, sem pensar que havia possibilidades de manejo de solo, de manutenção da vegetação, sem destruir as florestas.

Durante algum tempo, outros pesquisadores se uniram a Cristina e Gilberto para tentar reverter o problema do abandono de terras. Conseguiram, também, apoio de alguns grandes agricultores. Por muitos anos, o projeto regional de Cristina se tornou mundial, uniu a humanidade, mas todos os esforços foram em vão. O poder falou mais alto. A população passou a ouvir somente os que defendiam a ideia de infinitude dos recursos naturais, acreditando que eles eram os únicos que lutavam pelo bem de todos.

Apesar dos esforços dos pesquisadores, os grupos contrários à preservação eram mais persuasivos e a reação da humanidade demorou demais para acontecer. Quando os diversos países se deram conta e iniciaram políticas efetivas, planejadas e coordenadas em escala global de contenção da devastação ambiental, a biodiversidade já era baixa, as florestas haviam desaparecido, a água potável já estava altamente escassa, conseqüentemente, o calor e a poluição aumentavam dia a dia. Assim, a vida foi se tornando menos orgânica e mais virtual. Os satélites de monitoramento dos recursos naturais perderam seu sentido, pois tudo estava se tornando artificial. Muitas terras tornaram-se improdutivas e muita gente morreu, de fome ou em lutas armadas por um pedaço de chão.

Um barulho qualquer traz Cristina ao presente. Marcada pela emoção, levanta-se de sua cadeira com os olhos marejados e arrasta seu corpo velho e cansado para fora daqueles pensamentos tristes. Mas a cadeira continua seu balanço, apontando para um passado que poderia ter resultado num futuro diferente, mas ele não existe, e não volta.

ARTIGO CIENTÍFICO DE ORIGEM

Guimaraes, C. C. B., Valladares, G. S., & Martins, C. M. (2016). Uso da terra e declividade no sertão central do Ceará, Brasil. *Revista Nordestina de Biologia*, 24(1), 3-18. <https://periodicos.ufpb.br/ojs/index.php/revnebio/article/view/18104/15450>

Título em Inglês: Land use and slope in the central hinterland of Ceará, Brazil

Universidade Federal do Ceará

Projeto: Mestrado

Estudo realizado nos municípios de Pedra Branca, Senador Pompeu, Mombaça e Piquet Carneiro, do estado do Ceará, BR.

Características importantes: A área escolhida para o estudo localiza-se em uma região que sofre bastante com as secas prolongadas. A temperatura é bastante elevada e as chuvas são escassas, por isso, o desenvolvimento do solo é prejudicado. A maioria dos solos é bastante rasa e pedregosa, o que dificulta seu uso para atividades econômicas, principalmente a agricultura e a pastagem.

Análises: Usamos imagens de satélite RapidEye com alta resolução espacial (5 m), pois a área era pequena e a avaliação deveria ser em fina escala (Figura ao lado). Fizemos uma classificação supervisionada, localizando, na imagem, objetos da paisagem também identificados no campo. Fizemos o software entender que os objetos selecionados pertenciam a uma determinada classe de uso e cobertura e solicitamos que utilizasse aquela informação para classificar toda a extensão da imagem e gerasse um mapa de uso e cobertura. O relevo foi observado a partir de uma imagem contendo informações de elevação da área de estudo. Com essas informações, pedimos ao programa que classificasse o relevo como sendo mais ou menos inclinado (declivoso) e gerasse um mapa. Os mapas foram cruzados no programa e avaliamos se uso e cobertura estavam adequados ao grau de inclinação do relevo.

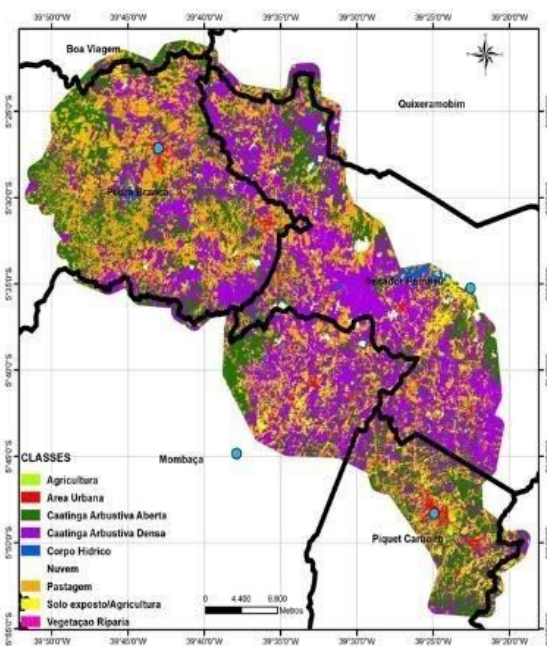


Imagem: Relevo Pedra Branca, Senador Pompeu, Mombaça e Piquet Carneiro, do estado do Ceará, BR. Fonte: Satélite RapidEye (2019).

Curiosidades: Durante muito tempo, a queima era um processo importante para limpar o terreno para uma próxima safra ou prepará-lo para o pasto. Isso contribuía bastante para degradar o solo, tornando-o, em pouco tempo, impróprio para qualquer tipo de atividade econômica. Nesse estágio, os agricultores estavam sempre procurando novas áreas para plantar e desmatando as regiões com vegetação natural, localizadas principalmente em regiões declivosas. Essa prática trazia diferentes problemas ambientais, causando desequilíbrio a todos os processos ecossistêmicos, por exemplo, a erosão do solo e a perda de habitats dos seres vivos locais.

Mónica Gabriela Perez



Engenheira Agrônoma formada pela Universidade de Buenos Aires, doutoranda e Professora assistente no Departamento de Solos da mesma Universidade. Bolsista com estadias de pesquisa na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Brasil, e na Universidade de Bangor, Reino Unido.

As secretas Terras Baixas

Há muito tempo, nas Terras altas, um novo ano se aproximava e a família de David gostava de celebrar a data em grande estilo. Segundo a tradição, quando um filho ou uma filha alcançava a maioridade, deveria preparar a ceia de Ano Novo. Naquele ano, duas datas importantes seriam comemoradas, o aniversário de David, 18 anos, e a passagem para um novo século, 2100! Não poderia ser um jantar normal, precisava ser o melhor de todos. Para David, não havia outra opção, seria um delicioso churrasco.

Nascido em uma família de fazendeiros, quando menino, David ouvira histórias conversadas às escondidas pelos adultos sobre a melhor carne do mundo, produzida em massa nas proibidas Terras Baixas. Porém, quando os mais jovens questionavam, as pessoas mudavam de assunto ou diziam que era apenas um mito. Aquelas desculpas só aumentavam a curiosidade de David.

Quando completou 12 anos, seu avô o chamou e pediu-lhe que não perguntasse mais, nem procurasse saber, alegando que o conhecimento, algumas vezes, poderia ser fatal. Em respeito ao avô, e pressentindo um terreno mais perigoso do que as palavras diziam, não fez mais perguntas, mas não esqueceu o assunto.

Embora isso, os mais idosos sempre deixavam escapar alguma história relacionada àquele mito, e assim como David, os pequenos, quando ouviam algo, também faziam perguntas, mas todas ficavam sem respostas. Questionados sobre as Terras Baixas, diziam que a fronteira apenas demarcava o fim do mundo e o local se tornava cada vez mais mítico. Ninguém podia se aproximar das cercas fortemente guardadas que separavam as Terras Altas de um propalado abismo. Havia, inclusive, seguranças 24 horas por dia para evitar que alguém tentasse cruzar a fronteira.

Quando David recebeu a notícia de que precisava fazer a melhor festa de Réveillon de todos os tempos, não hesitou. Ele acreditava nas histórias ouvidas desde a infância. Decidido, passou a buscar uma maneira de ir às Terras Baixas, obter a carne perfeita e comemorar as duas datas com o melhor churrasco de todos. Para ele, toda lenda ou mito vem de alguma verdade. E ele descobriria o mistério por trás daquelas histórias.

No entanto, conforme os dias passavam, David percebia que a busca seria bem mais difícil do que havia imaginado, e isso só fazia aumentar a sua curiosidade. Precisava descobrir qual segredo as planícies escondiam e porque pareciam tão inacessíveis. No entanto, parecia-lhe que a busca o afastava ainda mais do significado das histórias sobre as Terras Baixas. Nenhuma informação, em lugar algum, parecia existir. Sua última busca foi na biblioteca pública, afinal, pensava, era lá que as obras raras eram guardadas. No entanto, nada encontrou que lhe fornecesse uma pista.

Após vários dias de leituras, um fato chamou-lhe a atenção, os livros mais antigos datavam de 2049. Ao questionar o responsável, este lhe contou que um incidente destruíra a biblioteca e todas as obras anteriores àquela data desapareceram. David achou tudo aquilo ainda mais estranho e lembrou-se do conselho do avô - “O conhecimento pode ser fatal...”. O fato, porém, só fez aumentar sua curiosidade e o assunto se tornou bem maior do que apenas a preparação do jantar de Ano Novo.

A cada dia mais perguntas se acumulavam: “Por que não há informações sobre as Terras Baixas? Alguém mora lá? Por que ninguém pode entrar? Por que há guardas com máscaras nas fronteiras? O que pode ser perigoso?” Sem respostas, dedicou-se a observar a fronteira, de longe, descobrindo que teria uma pequena, e perigosa, chance de ultrapassar a barreira, mas tentaria a sorte.

Quando chegou a hora, após uma longa noite de espera, pouco antes do nascer do sol, David cruzou a fronteira para as Terras Baixas, aproveitando-se de uma breve distração dos supervisores durante a troca da guarda. Como prevenção, usava uma máscara.

Ao entrar e observar a paisagem ao redor, nada lhe pareceu perigoso, então, tirou a máscara para respirar mais livremente. Imediatamente, um cheiro nauseante, que invadia tudo, entrou-lhe pelas narinas, causando-lhe breve mal-estar. Respirou mais fundo, acostumou-se ao cheiro e manteve-se sem a máscara. Caminhando pelas ruas do que lhe parecia uma antiga vila, percebeu que não havia gente, nem animais naquele lugar, tudo parecia abandonado. Seguindo adiante, foi descobrindo paisagens repletas de lagoas e corpos d'água que emprestavam uma beleza sombria à paisagem.

Em pensamentos, se perguntou como seria aquele lugar em outros tempos, quando a vida se movimentava por ali. Continuou por uma espécie de trilha bem demarcada entre árvores, até que uma clareira se abriu para uma costa e a beleza de uma lagoa o atingiu e atraiu.

Conforme se aproximava da lagoa, um grande sorriso se desenhava em seu rosto, seguido por uma espécie de felicidade e uma vontade muito grande de rir. Incapaz de se conter, começou a rir, cada vez com mais intensidade, até que seu estômago começou a doer. Embora quisesse parar, não podia. A situação tornou-se desesperadora, não havia mais diversão no riso, no entanto, por algum motivo, não conseguia parar, até que tudo escureceu... David desmaiou de tanto rir.

Quando abriu os olhos, um homem alto e esguio o ajudou a se levantar. Os dois começaram a rir novamente, mas, com a ajuda do estranho, se afastaram da beira da lagoa e o homem indicou a David uma cabana onde se abrigar. Lá, rapidamente procurou duas máscaras de gás, colocou a sua e entregou a outra para David, ordenando-lhe que a usasse imediatamente. A risada diminuiu e a dor na barriga também. O homem, recuperando o ritmo normal da respiração, gritou com David.

– Você nunca, nunca deve andar pelas planícies sem uma máscara! Aquele ataque de riso que teve poderia matá-lo.

Passada a explosão, já mais calmo, perguntou:

– Agora, me responda, quem é você e o que faz aqui?

– Fiquei curioso. Sou David. Por muito tempo ouvi falar que aqui se produzia a melhor carne do mundo e vim em busca dessa preciosidade. Mas, ao que parece, acabei investigando um mistério nacional. Então, por favor, me diga, o que está acontecendo aqui? Por que ninguém conhece este lugar? Por que estas terras estão desertas e fortemente protegidas pela polícia?

– São muitas perguntas – respondeu o homem –, meu nome é Antônio, sou o único morador da baixada, muito prazer. Vou responder o que me pede, David, mas somente pela coragem que teve para chegar até aqui. Você não encontrará mais carne premium nas Terras Baixas, nem qualquer outra produção ou população... A única coisa que existe nesta região, além da natureza, é o riso, o riso que pode matar...

– Não entendo, senhor, não entendo nada...

– Eu explico. No início deste século, produzíamos a carne mais deliciosa do mundo. – David mostrou-se surpreso, afinal, não eram lendas o que ouvia desde criança – Sim, é surpreendente, a carne bovina era o motor da nossa economia. As pessoas mais poderosas do mundo pagavam muito para ter o melhor, e esse melhor era produzido nestas terras. – O semblante de Antônio desanuviou um pouco ao continuar a conversa – As Terras Baixas eram prósperas, a paisagem bonita, a região economicamente sólida. Era um privilégio e uma alegria imensa viver aqui.

– E depois, o que aconteceu? – David perguntou, morrendo de curiosidade.

– Bem, um grupo de pesquisadores alertou que a produção massiva de carne bovina estava contribuindo para o aumento dos gases de efeito estufa na atmosfera e conseqüente aquecimento global. Mas a produção de carne pagava tão bem, que muitos resolveram fazer ouvidos moucos, pois, segundo acreditavam, a mudança global aconteceria de qualquer maneira. O que ninguém jamais imaginou é que um desses gases, o óxido nitroso, aumentaria tanto sua concentração, que afetaria diretamente os humanos. Esse gás tem um efeito pouco conhecido e que muitos, naquela época, não podiam imaginar. Hoje, o chamam de gás hilariante, que atua provocando risos nos seres humanos, risos que não param.

Quando os episódios de riso iniciaram, todos acharam engraçado, mas a concentração de óxido nitroso foi aumentando e quando os ataques de riso começaram a deixar as pessoas doentes, não havia mais nada a fazer. Aqueles que podiam, continuaram produzindo com máscaras, mas, no final, o transporte parou de chegar e o governo vetou toda a região, proibindo a entrada e as referências a este lugar. Ninguém vem aqui, muitos já tentaram e morreram, como teria acontecido com você, se eu não o encontrasse a tempo. Estou sozinho nestas terras há 30 anos...

David ficou quieto por alguns minutos, comovido, pensando como um segredo daqueles ficara escondido de toda uma população por tanto tempo. Lembrou-se do “incidente” mencionado na biblioteca, das conversas entre os adultos, das evasivas, mas achou melhor guardar essas percepções para si. Deixando os pensamentos de lado, perguntou a Antônio por que ele ficara ali, por que não havia migrado como as outras pessoas?

– Porque eu não sou qualquer um. Sou o último agricultor, o último que continuou tentando produzir às custas de tudo, sem cuidar, nem respeitar as boas práticas. – Com olhar cansado, prosseguiu – Perdi tudo por não ver o que estava acontecendo, minha vida, minha família e meus amigos. Estou cumprindo a sentença voluntária de ficar aqui meus dias, vendo o que um dia foi minha casa desmoronar.

Depois da confissão de Antonio, visivelmente tocado pela história que acabara de ouvir, David conseguiu sair da planície com a ajuda daquele homem, prometendo não contar a ninguém o que havia descoberto.

Para o jantar de Réveillon, preparou um cardápio que incluía muitos vegetais e carne, com certificado de produção sustentável, da propriedade do seu vizinho, das Terras Altas. A família elogiou muito a ceia e David sentiu que, se produzida de forma sustentável, a carne pode agradar até os paladares mais exigentes e que as Terras Altas tinham potencial para isso. Pensou no quanto era importante ter essa consciência para que o lugar onde viva não se tornasse igual às Terras Baixas, que ele conhecera naquela aventura além da fronteira.

Alguns anos mais tarde, após estudar muito, David se tornou um cientista e se empenhou incondicionalmente em encontrar uma forma de reparar a atmosfera das Terras Baixas. Infelizmente, não solucionou o problema, mas seus estudos se tornaram referência e diversos pesquisadores passaram a estudar, com o apoio de boa parte da população mundial, alternativas que pareciam promissoras.

Muitos haviam aprendido a lição e usavam uma frase emblemática proferida por David em uma de suas últimas conferências: *“Ao priorizar a riqueza sobre o cuidado dos nossos recursos, as coisas mais bonitas da vida, como rir, podem se transformar em dor”*.

ARTIGO CIENTÍFICO DE ORIGEM

Perez, M. G., Romaniuk, R. I., Cosentino, V. R. N., Busto, M., González, F. A., Taboada, M. A., ... & Costantini, A. O. (2020). Winter soil N₂O emissions from a meat production system under direct grazing of Argentine Pampa. *Animal Production Science*, 61(2), 156-162. <https://doi.org/10.1071/AN19517>

Título em português: Emissões edáficas de N₂O no inverno em sistemas de produção de carne com pastejo direto na Pampa Argentina

Projeto: Doutorado. O artigo foi preparado com o apoio financeiro do FONTAGRO, do Ministério da Nova Zelândia para Indústrias primárias e do PROCISUR. As opiniões aqui expressas são exclusivamente dos autores, e não refletem os pontos de vista do FONTAGRO, de sua Diretoria Executiva, do Banco, do Patrocinador das instituições ou dos países que representam

Universidade de Buenos Aires

Estudo realizado na Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

Características importantes: Em sistemas de pastagem com pastejo direto, a maioria das perdas de nitrogênio (N) surge do N depositado na forma de manchas de excreta de ruminantes. No entanto, durante o inverno, quando a taxa de lotação das pastagens e as emissões de óxido nitroso (N₂O) do solo deve ser baixa, os fluxos de N₂O das manchas de excreta podem ser considerados insignificantes para o cálculo das emissões totais.

Análises: Durante o inverno, fizemos amostragens de gases para tratamentos com excretas animais, e os resultados dos fluxos de N₂O foram extrapolados para um hectare. Também fizemos análises complementares do solo e levantamento de variáveis importantes, como nitratos nos solos, poros preenchidos com água, temperatura do solo e do ar e carbono solúvel.

Curiosidades: As excretas dos animais foram coletadas manualmente de animais habituados à dieta, no mesmo dia em que foram aplicadas para que não sofressem perdas de nitrogênio. Um dos resultados mais inéditos deste trabalho foi que o inverno em que foi realizado o experimento foi o mais frio em muitos anos para a região (Figura ao lado), registrando-se temperaturas mínimas de até -5 °C e mesmo assim detectamos emissões de óxido nitroso, embora não seja esperado para essa temperatura.



Imagem: Pastagem na Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Fonte: Acervo da autora (2022).

Antonio Carlos de Azevedo

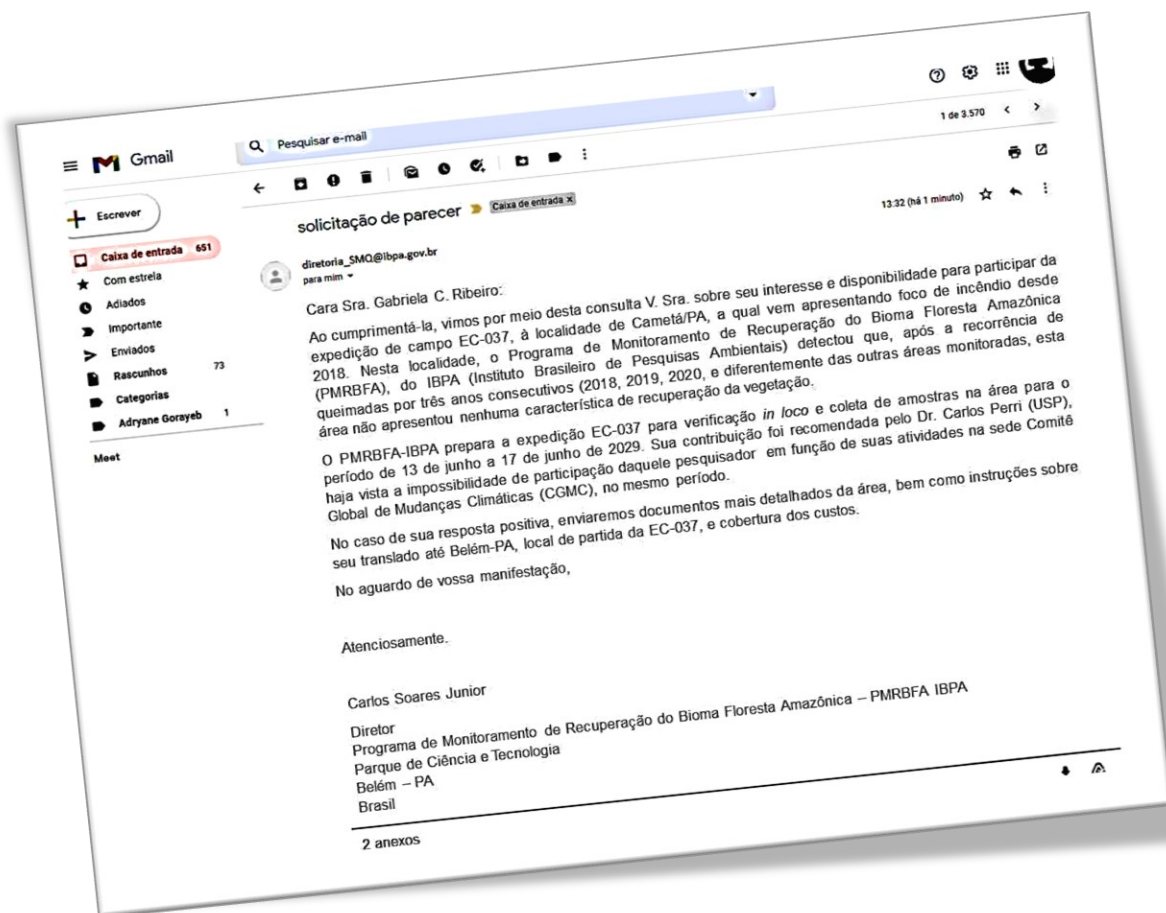


Graduado em Agronomia (1990) pela Universidade Estadual de São Paulo (UNESP-FCAVJ). Mestre em Ciência do Solo (1993) pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Ph.D. em Agronomy (2001) pela *Purdue University*. Pós Doutor (2006) pela Escola Superior de Agricultura "Luis de Queiroz" (ESALQ) da Universidade de São Paulo (USP). Livre Docente (2014) pela ESALQ-USP. Professor Associado I na ESALQ/USP, credenciado nos PPG Solos e Nutrição de Plantas e Ecologia Aplicada (CENA/USP, CAPES 7). Coordenador do Programa Ponte Solo na Escola (para educação em solos, educação ambiental e científica em escolas de ensino fundamental e média) e do setor de Difractometria de Raios X do Laboratório de Gênese de Solos.

Mistério em Cametá

Desde que o rapaz da oficina de computadores disse para Gabriela “Desta vez, não há muito o que fazer”, ela sentiu um friozinho na barriga ao ligar seu notebook e esperar quase um minuto para que carregasse o Windows. Seu notebook era essencial para terminar sua tese de doutoramento, e com a bolsa de estudos tão defasada (mal dava para pagar sua parte no aluguel do apartamento e cobrir despesas de alimentação), não havia chances de pensar em comprar um novo.

Quando, finalmente, a tela inicial apareceu, Gabriela seguiu sua rotina, abrindo a caixa de entrada de e-mails e tentando manter a sensação ruim afastada de seus pensamentos. Sem muito entusiasmo, correu os olhos pelos “assuntos” das mensagens “não lidas”. Uma chamou sua atenção.



Gabriela ficou paralisada por alguns instantes, como se a mensagem não fosse para ela. Aquele desconforto no estômago voltou dez vezes maior. Era a mesma sensação de quando precisava apresentar os resultados parciais de sua pesquisa nos congressos. Quase instintivamente, respirou fundo e começou a racionalizar.

Certo, o Prof. Carlos Perri era seu orientador, fazia sentido ser indicada. Mas uma estudante de doutorado para uma expedição daquelas? Então, lembrou-se que o número de pesquisadores no Brasil vinha diminuindo desde 2020 devido à redução da quantidade de bolsas da CAPES e do [baixo investimento em pesquisa](#).

Gabriela abriu os documentos anexados, mas eles não mostravam muita coisa. Imagens de satélite de vários anos indicavam os focos de incêndio na área, as mais recentes eram apenas buracos no meio da vegetação verde amarelada que lutava para se reestabelecer ao redor. Ela sabia que os tons amarelados na imagem significavam que as plantas estavam com deficiência de nutrientes.

Precisava refletir bem, antes de aceitar a indicação. Era uma oportunidade fantástica e ficaria super bem no seu currículo de recém-doutora. No entanto, pensou, será que a indicação do Professor Perri seria por sua competência ou por falta de opção? Além disso, se ela conseguisse contribuir de maneira positiva com a equipe, seria a glória, mas... e se acontecesse o contrário?

O outro arquivo era uma tabela com o orçamento para a EC-037. Não entendeu o porquê de enviarem aquilo para ela, até observar, nas colunas, os valores das diárias para os pesquisadores. Deu-se conta, então, de que aquela era uma maneira sutil de o diretor demonstrar que o dinheiro para a expedição não era nada abundante.

De qualquer maneira, uma conta rápida de cabeça foi o suficiente para perceber que os valores das diárias equivaleriam a pouco mais da metade do valor de uma bolsa. Continuou fazendo contas: um dia para chegar em Belém, mais um dia de viagem até a área da EC-037, mais quatro dias na estação, mais um dia para retornar até Belém e, finalmente, mais um dia para retornar a São Paulo: oito dias. A data final para sua defesa de doutorado, que lhe daria o título de Doutora em Ciência do Solo, estava há quatro meses no futuro... Gabriela tentava imaginar um jeito de contabilizar coisas tão diferentes quanto o dinheiro que receberia, o tempo que lhe restava para terminar a tese e os impactos positivos que a participação na EC-037 poderia lhe trazer...

Por fim, resolveu aceitar.

Acima de tudo, não lhe saía da cabeça que a falta de recuperação da vegetação não fazia sentido. Se fosse em uma área grande, coincidindo com a área queimada, poderia ser atribuída à significativa perda de nutrientes do solo. Afinal, em muitos locais da Amazônia, a biociclagem é a principal responsável pela manutenção da biomassa. Ou, se fosse em áreas relacionadas às formas do relevo ou às variações nas rochas subjacentes, o fenômeno poderia ser explicado pela Teoria dos Fatores de Formação do Solo, que foi postulada em 1941 por um pesquisador chamado Hans Jenny.

Pensou, também, que poderiam ser feições do relevo gilgai, típicas de solos que possuem um tipo particular de argila, os tais filossilicatos 2:1. Tudo bem que esses solos não são comuns na Amazônia, mas o padrão das imagens orbitais tampouco era igual aos gilgais. Na verdade, lembravam mais feições de atividade humana, mas a documentação afirmava claramente que a área era desabitada (afinal, a estação de observação fora instalada lá por essa razão).



Relevo gilgai. Imagem: Prof. Dr. Marcos Gervasio Pereira – UFRRJ (2022)

Decisão tomada, arrumou suas coisas e partiu.

Após uma maratona nos mais diversos tipos de transporte, desde o voo comercial de São Paulo até Belém – em um dos recentes aviões elétricos que surgiram graças às recém-inventadas baterias de lítio líquido –, de ônibus, barco e, finalmente, em um prosaico jipe Toyota. O Dr. Jorge Santos, pesquisador que foi buscá-la no porto fluvial, explicou que, apesar de antigo, o jipe tinha sido doação de uma ONG internacional e fora adaptado com um desses novos motores elétricos, tanto para diminuir as emissões de gases de efeito estufa, quanto para perturbar menos a fauna ao redor quando atravessava a picada na floresta até a estação na EC-037. Jorge, como preferia ser chamado, disse que até existia um heliponto em Cametá, mas ele era usado principalmente pelos engenheiros e executivos das empresas instaladas na região, como as de mineração.

– Para nós, na estação, é barco e jipe mesmo – disse Jorge em tom de brincadeira.

Gabriela sentiu de novo aquele nó no estômago e a garganta apertar. Sempre se comovia quando pensava no que o Brasil poderia ser, com todo o seu potencial. Sempre tinha a sensação de que alguma força atuava quando o país começava a se desenvolver, para mantê-lo dependente e subjugado. Lembrou-se do quanto a pesquisa com *Rizobium*, de [Johanna Döbereiner](#) economizou em fertilizantes nitrogenados na cultura da soja no final do século XX. Se apenas uma fração daqueles bilhões de dólares fosse reinvestida em pesquisa...

Seus devaneios foram interrompidos pela chegada à Estação da EC-037. O lugar era bem-organizado e ela se lembrou das estações brasileiras na Antártida, com seus galpões e alojamentos pré-fabricados, antenas e estações meteorológicas.

Era tarde e a maioria dos residentes já estava dormindo. Jorge ofereceu-se para acompanhar Gabriela em uma visita ao refeitório, mas ela estava mais cansada do que faminta e preferiu dormir. Ao se despedir, Jorge lembrou que Gabriela fora a última, dentre a equipe convocada, a chegar e que, na manhã seguinte, haveria uma reunião para todos se apresentarem e se conhecerem.

Gabriela deixou suas coisas em um canto do dormitório que lhe fora destinado e se jogou na cama, adormecendo imediatamente. A certa altura da noite, deu um salto da cama ao ouvir um som assustador, que parecia um alarme de incêndio! Demorou alguns segundos até recompor-se e lembrar onde estava. Levou outro susto quando uma voz acima de sua cabeça pediu desculpas por acordá-la daquela maneira. Ao olhar para cima, deparou-se com uma mulher entre 40 e 50 anos, com um sorriso amigável e desculpando-se novamente. “Achei que estaria sozinha neste dormitório, pelo menos era como estava ontem à noite”. Gabriela explicou que chegara tarde, quase madrugada. A simpática mulher se apresentou como Dra. Mercedes Portello, bioquímica vegetal do Museu Goeldi, em Belém. De qualquer modo, era hora de se prepararem para a reunião da manhã.

Na reunião, Gabriela conheceu o trabalho da Mercedes – ela havia identificado uma molécula sintetizada por uma planta endêmica da região de Cametá. A molécula tinha propriedades imunizantes para vários tipos de vírus (o que era bastante inesperado) e a pesquisadora estava tentando entender qual mecanismo essa molécula desencadeava para proteger as células da invasão pelos vírus. Para isso, recorria à Biologia Quântica, uma área comum que começou a se desenvolver no início do século XX.

Mercedes explicou rapidamente o impacto que a referida molécula teria na indústria farmacêutica. Talvez, futuramente, as pessoas poderiam ter um antiviral de largo espectro plantado no vasinho da cozinha, ao invés de comprá-lo na farmácia. No momento, o principal obstáculo para popularizar seu uso era a rápida degradação da molécula quando entrava em contato com o oxigênio. A única maneira, por enquanto, era colher as plantas e correr para a base EC-037 para extrair a molécula. Uma vez extraída, poderia ser mantida íntegra por até 3 dias em um tubo com atmosfera de nitrogênio que evitava sua oxidação.

Conforme entendiam Mercedes e sua equipe, o mecanismo pelo qual a molécula conseguia desencadear as reações de decomposição das capas proteicas dos vírus, sem consumir a enorme quantidade de calorias para superar a energia de ativação da reação, era o tunelamento de elétrons. Ela tinha, então, a árdua tarefa de coletar e preparar o material, e “correr” para o [anel de síncrotron](#) em Campinas-SP para realizar os ensaios com radiação de alta energia e testar, aos poucos, suas hipóteses.

Um dos engenheiros da base perguntou para Mercedes se não seria possível, usando as novas baterias de lítio líquido, extrair as moléculas diretamente no campo. Mercedes disse que sim, mas elas eram caras demais para o orçamento do projeto de pesquisa. No final da palestra, quando o ambiente ficou mais relaxado, Mercedes comentou que sentia um pouco de medo, pois já havia sido assediada por mensagens anônimas a negociar a molécula no mercado negro. Conforme o teor dessas mensagens, havia pessoas com problemas de saúde que estavam dispostas a recompensá-la generosamente por alguns microgramas da molécula.

Logo depois da reunião, a equipe se preparou para a primeira saída de campo. O roteiro foi discutido. Fariam uma primeira parada para Gabriela coletar amostras nas áreas sem vegetação, depois, coletariam as plantas para a pesquisa da Mercedes, já que, uma vez coletadas, as plantas deveriam chegar o mais rápido possível à base.

Em meia hora, o jipe e uma velha pick-up, ainda com motor a diesel, saíram pelas trilhas em busca das amostras.

Gabriela planejou coletar suas amostras de solo em três locais diferentes. Jorge, que também acompanhava a expedição, perguntou-lhe que solo era aquele, por que teria aquela coloração escura e era tão grudento?

Em resposta, Gabriela explicou que o solo realmente tinha algumas características da presença de filossilicatos 2:1, mas não eram tão marcantes assim para classificá-los como Vertissolos no [Sistema Brasileiro de Classificação de Solos](#). Provavelmente se encaixariam em Cambissolos Flúvicos, já que estavam em locais de deposição de sedimentos fluviais, isto é, sedimentos transportados e depositados pelos rios durante os períodos de cheia e transbordamento. Como eram muito “grudentos”, provavelmente teriam os tais filossilicatos 2:1, o que daria um caráter de atividade alta, denominados na classificação como “Ta”.

Jorge, como sempre bem-humorado, começou a falar palavras inventadas, tipo “blargh truupa bazinguoptera, grizaba balera”. Todo mundo riu e Gabriela perguntou o que era aquilo.

– É você falando! Atividade do filossilicato do cambissolo do sedimento fluvial do plástico pegajoso! O que é isso? – disse Jorge.

Todo mundo riu e Gabriela se deu conta das delicadezas da comunicação entre diferentes áreas de conhecimento. Sentiu que ainda tinha um bom caminho de aprendizado até conseguir se fazer entender por todos, inclusive pessoas de áreas distintas da sua, como Mercedes conseguiu tão bem na palestra da manhã.

– O que eu quis dizer, é que esses solos se desenvolveram com influência de partículas que o rio deposita aqui durante suas cheias, quando transborda todo ano e inunda a planície. Quando eu vi o mapa geológico dessa área, inferi que a rocha que aparece nele não poderia originar essas partículas tão reativas, que são os filossilicatos 2:1, que aqui provavelmente são do subgrupo das esmectitas. Esses minerais são muito pequenos. Mais ou menos como se um grão de areia fosse do tamanho do container do depósito da estação, essas partículas de argila seriam, proporcionalmente, do tamanho de meio botão de camisa. Por isso, elas têm uma área superficial muito grande e são carregadas com cargas elétricas em sua superfície. Essas cargas são fracas, mas suficientes para atrair os átomos que são nutrientes de plantas, como Cálcio, Magnésio e Potássio e para reter a maior quantidade desses elementos químicos quando a água da chuva atravessa o solo, dificultando que os nutrientes das plantas sejam levados para a parte mais profunda do solo, onde as raízes têm dificuldade de atingir e absorvê-los.

Gabriela parou, tomou um gole de água e continuou:

– Essa propriedade é chamada de CTC: Capacidade de Troca de Cátions. O que é peculiar, aqui, é que esses solos parecem ocorrer em bolsões, como se a planície tivesse depressões e, nelas, as esmectitas são depositadas em maior quantidade do que nas áreas planas...

– Uai – Jorge era mineiro –, mas se essas partículas são tão reativas e tal, por que é justo aqui que as plantas não estão se recuperando por deficiência de nutrientes após os incêndios? – perguntou.

Gabriela ficou sem jeito e logo pensou: “Eles vão achar que eu não fui a escolha certa para resolver este problema...”. E falou, meio encabulada:

– Não sei... não faz sentido...

Jorge percebeu e a reconfortou:

– Legal, sinal de que você está mesmo fazendo pesquisa, não é? Fazer pesquisa é entrar no oceano das dúvidas, certo? “Chafurdar nas incompletudes”, como dizia a querida Ester Grossi.

Gabriela se surpreendeu. Não tinha se dado conta disso! Sentiu uma onda de entusiasmo, misturada com veneração, dominar seus sentimentos. Aquilo era uma sensação boa. Não era euforia. Era como ver o sol nascer, uma sensação poderosa, mas silenciosa, e só dela.

Então, teve a certeza de que ter aceitado fazer parte da equipe tinha sido a decisão correta.

– Beleza, “Dona Gabriela Cambissolo”, vamos coletar as plantas da Mercedes, antes que o sol nos abandone! – brincou Jorge.

Gabriela percebeu que a brincadeira com o nome dela foi para quebrar aquele clima de desconforto que ela sentiu... Jorge e seu bom humor!

Mercedes tinha acompanhado as coletas de solo com interesse, mas Gabriela ficou com a sensação de que ela estava quieta demais, nem parecia a pessoa comunicativa da palestra da manhã... Todavia, não eram raros os pesquisadores que, quando em trabalho, ficavam tão focados que pareciam “outra pessoa”.

Quando retornaram, estavam exaustos. O calor sempre era intenso próximo à Linha do Equador, onde estavam, e os 1,5 graus a mais de calor causados pela atividade humana faziam muita diferença! Ainda mais que as coletas da Gabriela foram realizadas a pleno sol, ou seja, sem nenhuma sombra, já que a floresta não cresceu naqueles locais.

Depois do banho, Gabriela e Mercedes se encontraram no refeitório. Mercedes continuava pensativa... Enquanto comiam, perguntou, tão séria, que Gabriela ficou um pouco incomodada:

– Gabriela, esse padrão que você falou, de ocorrência dos tais Cambissolos, é parecido com o padrão de ocorrência das plantas que venho pesquisando. Você acha que pode ter relação?

– Hum... talvez sim. Amanhã, farei alguns ensaios no laboratório aqui. Se a mineralogia do solo se confirmar, esses solos teriam uma capacidade bem maior

de reter nutrientes, aquela CTC que eu falei, pode ser que suas plantas tenham uma necessidade nutricional maior, que apenas esses solos conseguem satisfazer...

– Estava pensando... parece que alguma coisa está acontecendo com esses Cambissolos e eles estão perdendo a capacidade de sustentar plantas. Será que isso é consequência das mudanças climáticas? Se o que nós vimos hoje, nesses solos, se espalhar por toda a Amazônia, pode ser que a planta que pesquiso esteja prestes a ser extinta... – ponderou Mercedes.

– Puxa, é verdade! Não tinha pensado nisso – concordou Gabriela.

Assim, pôde entender melhor porque Mercedes esteve pensativa durante a coleta e, silenciosamente, admirou o espírito científico e a visão ampla da colega de trabalho na EC-037.

A conversa foi interrompida por um som estranho, como se fosse um gafanhoto gigante batendo as asas. Começou quase imperceptível e foi aumentando, até parecer que estava sobre o refeitório. As duas se levantaram assustadas e olharam para o Paulo, encarregado do refeitório. Ele entendeu a atitude delas e abanou a mão, como se fosse algo sem importância.

– Helicóptero. Volta e meia passa um “perdido” por aqui.

Gabriela achou estranho. Seu tio aposentou-se como operador da torre do aeroporto da base aérea de Pirassununga, pertencente à Força Aérea Brasileira (FAB). Uma das coisas que ela lembrava, era dele contando sobre os perigos do voo noturno e de como o aeroporto e a aeronave precisavam de vários equipamentos especiais para operar durante a noite. Ela tinha quase certeza de que o heliponto em Cametá não os tinha...

Enfim, passado o susto, foram dormir.

No dia seguinte, as suspeitas de Gabriela se confirmaram. A CTC das amostras de solo era muito pequena, insuficiente para ser classificada como “atividade alta”. Mas a plasticidade e a pegajosidade da amostra só poderiam ser explicadas pela presença de esmectita...

Aquilo ficou em sua mente como um torcicolo, ou uma dor de dente – o tempo todo incomodando. O que será que ela não estava enxergando?

Gabriela teve um sonho estranho naquela noite. Sonhou que havia uma entidade, como se fosse um gafanhoto gigante, escondida nas profundezas de seus Cambissolos e que se alimentava da planta investigada por Mercedes.

No sonho, quando Gabriela iniciou a coleta das amostras de solo, o gafanhoto saiu das profundezas e começou a persegui-la pela floresta. Ela corria, corria, mas o barulho daquelas asas na sua nuca a deixava arrepiada e ela não ousava olhar para trás, embora sentisse o monstro no seu encalço. De repente, avistou, na parte mais alta do relevo, um senhor de cavanhaque, vestido com casaca e colete, como se fosse um inglês do início do século XX. Ele estava parado, apoiado em uma bengala elegante, observando-a. Ela correu em sua direção. Quando se aproximou, ele mostrou-lhe uma pequena esfera. No mesmo instante, o gafanhoto gigante fez um som de desespero, abriu as asas, alçou voo e fugiu.

Gabriela acordou assustada, com a camiseta encharcada de suor. Pensou que poderia ter sido a comida do jantar que lhe fizera mal, não estava acostumada aos pratos do Norte. Mas não sentia nenhum enjoo ou outro desconforto e Mercedes dormia profundamente na cama de cima do beliche.

Levantou-se cansada no dia seguinte, como se não tivesse dormido, o que, em parte, era verdade. Era o terceiro dia naquele lugar. Pela manhã, todos se reuniram para discutir os poucos resultados obtidos até o momento – os laboratórios da estação eram limitados – e levantar hipóteses.

Mercedes percebeu o estado de Gabriela e perguntou-lhe se estava bem. Gabriela disse-lhe apenas que não dormira o suficiente e que talvez tivesse lhe caído mal a refeição da noite anterior, por ser algo que ela não estava acostumada a comer.

– Mas já é o seu terceiro dia aqui, isso deveria ter acontecido no primeiro, não? – perguntou Mercedes.

Mercedes e sua perspicácia. Fazia sentido!

Naquele dia, Gabriela também esteve no laboratório, terminando as análises que lhe eram possíveis. Ela determinou quanto de argila o solo possuía, conseguiu separar uma certa quantidade dessa fração do solo e determinar a CTC apenas dessa amostra.

No fim da tarde, resolveram se reunir no refeitório para conversar sobre o que poderia estar acontecendo. O sol tinha recém se recolhido no horizonte. Estavam lá, Jorge (doutor em Meteorologia), Mercedes (doutora em Bioquímica vegetal), Gabriela (doutoranda em Ciência do solo), Mateus (doutor em Geologia) e Davi (doutor em Ecologia). Todos se voltaram para Gabriela. Estava claro que o solo era a peça fundamental do enigma.

Gabriela começou explicando que, conforme suas pesquisas até aquele momento no laboratório da estação, o solo parecia ter perdido grande parte de suas cargas elétricas. Ela separou a fração argila do solo (é lá que está praticamente toda a CTC do solo) e observou que a CTC era de apenas 5 unidades, quando deveria ser da ordem de 50 a 100 unidades, devido à presença das tais esmectitas.

Ela estava começando a explicar que o único mecanismo pelo qual já tinha visto aquilo acontecer era um efeito explicado pelos pesquisadores Hofmann e Klemen, em 1950. Nesse efeito, íons de pequeno tamanho poderiam se deslocar até cavidades octaedrais vazias nas esmectitas dioctaedrais e neutralizar as substituições isomórficas heterovalentes, diminuindo a carga na camada, por consequência, a CTC.

– Bazingorfo octablable, dizigurum octobarum!!! – falou Jorge sorrindo e utilizando a mesma entonação com que os personagens do universo de Harry Potter enunciavam seus feitiços.

Todos riram, Gabriela também, e acrescentou.

– Desculpa, gente. Um dia ainda conseguirei falar como a Mercedes.

Mercedes sorriu e lhe deu uma piscadela de apoio.

– O que isso tudo quer dizer, é que os minerais têm um arranjo dos átomos bem definido, como se fossem bolinhas muito bem arrumadas dentro de uma caixinha. Esses átomos têm cargas elétricas, mas, da maneira como se arrumam dentro da “caixinha”, os átomos negativos se cercam de átomos positivos e o resultado é que a estrutura ideal não tem carga elétrica sobrando, porque as negativas e positivas se anulam.

Após breve pausa para tomar fôlego, continuou explicando:

– Mas, em alguns minerais, principalmente aqueles da fração argila do solo, existem “defeitos cristalinos”, isto é, aqui e ali alguns átomos não seguem essa regra. Com isso, as cargas elétricas não se anulam completamente e se manifestam na superfície da partícula. Esse mecanismo é uma das maneiras pelas quais aparece a CTC dos solos. Dependendo do tipo de mineral, há alguns espaços vazios entre os átomos. Segundo o efeito Hoffman e Klemen, um átomo com carga adequada pode entrar na estrutura, ocupar esse espaço vazio, neutralizando a diferença de carga, e anular (ou quase) a CTC do solo...

– Hum... legal, mas isso pode estar acontecendo lá na floresta? – perguntou Davi.

– Parece que sim, mas não sei como... Eu extraí os íons que estavam na pequena CTC das amostras e grande parte é lítio. O lítio possui características que permitem sua entrada na estrutura. Na verdade, usamos lítio no laboratório para obter esse efeito, o método chama-se teste de Green-Kelly e foi desenvolvido em 1950. Saturamos a argila com lítio e aquecemos a amostra...

A fala de Gabriela foi interrompida novamente pelo som ritmado das hélices de um helicóptero...

Ela se levantou tão rapidamente que sua cadeira caiu para trás, batendo o encosto no chão e fazendo mais barulho ainda. Os outros, à mesa, se assustaram. Gabriela estava transformada, os olhos arregalados e seu rosto estava pálido!

Antes que alguém pudesse falar algo, ela gritou:

– Rápido, para o jipe! Precisamos segui-lo!!!

– Seguir quem? – perguntou Jorge, preocupado.

– O gafanhoto! Vamos logo! O gafanhoto!!!

Ninguém entendeu o que estava acontecendo. Cercaram Gabriela, tentando ampará-la, mas ela saiu correndo em direção ao abrigo onde o jipe era guardado. Os outros foram atrás.

Mercedes tentou interceptar Gabriela e acalmá-la, mas ela apenas gritou:

– É o helicóptero. Ele é a causa!!!

Preocupados, mas curiosos, Jorge, Davi, Mercedes e Gabriela saltaram no jipe. Mateus ficou na base e os acompanharia pelo rádio.

Como o jipe não tinha teto, não foi difícil observar a trajetória do helicóptero. No caminho, Davi quis saber que história era aquela de gafanhoto. Gabriela, então, relatou rapidamente seu sonho. Um silêncio se abateu sobre o grupo que, com exceção de Gabriela, pensava que os estudos e a situação estavam afetando o cérebro da colega, pois nada fazia sentido no que ela dizia e na afirmação de que o helicóptero era a causa. Questionada, ela também não soube dizer que causa seria aquela. A partir de então, continuaram em silêncio.

O sol estava se pondo e destacava a fuselagem do helicóptero contra o céu rosa-alaranjado do entardecer. Ficou claro que os ocupantes da aeronave estavam buscando alguma coisa no terreno. O helicóptero não estava a uma velocidade grande, ou seja, o grupo do jipe conseguia se orientar na sua direção. Todos no jipe estavam em silêncio, apreensivos, pensando se aquilo era algo sério ou se Gabriela estava tendo um colapso ou algo assim...

Após uns quinze minutos acompanhando o helicóptero, perceberam que ele “estacionara” no ar. Um cabo foi lançado e dois ocupantes desceram. Em seguida, uma caixa grande, mais ou menos do tamanho de uma geladeira, que se encontrava encaixada na parte inferior do helicóptero, começou a ser abaixada também. Um sistema de cabos ligados a um guincho no interior do helicóptero realizava a operação. Naquele momento, Jorge, Mercedes e Davi perceberam que Gabriela não estava brincando, muito menos tendo um colapso.

Toda a operação de desembarque do helicóptero demorou tempo suficiente para que os ocupantes do jipe se aproximassem. Gabriela levou o dedo na frente dos lábios, fazendo o sinal universal para que todos ficassem em silêncio.

Por sorte, com o barulho do helicóptero, o motor elétrico do jipe e a camuflagem da copa das árvores, a equipe da estação passou despercebida pelos ocupantes do helicóptero, que estavam bastante ocupados na delicada operação de desembarcar aquela caixa metálica.

A equipe desceu do jipe e seguiu pela mata até uma posição em que poderiam acompanhar a operação do helicóptero sem serem vistos. Aquilo não poderia durar muito, em breve a noite cairia e a escuridão tomaria conta do local.

Os pesquisadores observaram os dois homens que desceram do helicóptero abrirem uma tampa lateral da caixa metálica que expôs um painel de controle. Enquanto isso, um terceiro homem desceu pelo cabo do helicóptero e, ao tocar o solo, desembainhou um facão e começou a selecionar algumas plantas para cortar.

Mercedes deu um suspiro assustado e levou a mão aos lábios, como se quisesse segurar um grito, e finalmente sussurrou:

– Ele está colhendo as minhas plantas...

Os homens que estavam operando a caixa metálica sinalizaram para aquele que estava colhendo, que se aproximou e lhes entregou as plantas. Os operadores da caixa metálica abriram um compartimento, colocaram as plantas dentro e voltaram ao painel de controle para mais ajustes. Eles se comunicavam por gestos, já que o barulho do helicóptero acima deles era ensurdecedor.

Enquanto os dois homens operavam com pressa a caixa metálica, aquele que tinha colhido as plantas esticou os braços e tomou o fuzil que estava preso às suas costas, ficando em posição de guarda. Um calafrio percorreu a espinha dos pesquisadores.

Após alguns minutos, os homens que operavam a caixa metálica abriram outro compartimento menor e retiraram seis tubos metálicos.

Mercedes, que estava com os olhos esbugalhados, sussurrou como se estivesse em transe:

– A molécula... Estão extraíndo a molécula aqui...

Um dos homens olhou para cima, em direção ao helicóptero, e cruzou os braços na altura dos antebraços, sinalizando que a operação tinha se encerrado lá embaixo. Um galão plástico com algum líquido foi então desembarcado por um cabo, a partir do helicóptero, e foi recebido pelo homem que, até então, estava segurando o fuzil. Enquanto isso, o segundo homem abriu uma pequena torneira ao lado da caixa metálica e um líquido escorreu para o chão. Em poucos minutos, o fluxo do líquido diminuiu, até tornar-se apenas gotas. Durante esse tempo, o outro homem abriu o compartimento no qual as plantas tinham sido colocadas e retirou o que parecia apenas uma maçaroca de folhas prensadas.

Um novo sinal foi feito em direção ao helicóptero e a caixa metálica começou a ser içada. Livre do líquido que lhe foi drenado, sua subida foi mais rápida do que a descida. O homem que segurava o fuzil voltou a colocá-lo nas costas e começou a espalhar o líquido ao redor do local onde toda a operação tinha sido realizada. Enquanto isso, os outros dois foram içados pelo guincho de volta ao helicóptero, uma vez que a caixa metálica já estava novamente acomodada em seu nicho, na parte inferior da aeronave.

O terceiro homem esvaziou o conteúdo do galão plástico e conectou seu gancho ao cabo do elevador, sinalizando para que algum operador do helicóptero o içasse. Quando estava a certa altura do chão, retirou o que parecia uma banana de dinamite que estava presa à sua cintura, puxou um cabo e uma chama se acendeu. Ele aguardou alguns segundos, como se quisesse ter certeza de que o fogo não se apagaria, e atirou o artefato em direção ao chão. Ao tocar o solo, a chama incendiou toda a área quase instantaneamente, forçando os pesquisadores a se afastarem. Enquanto isso, o helicóptero fez uma meia volta no ar e seguiu na rota contrária àquela que o tinha levado até ali.

Os pesquisadores voltaram ao jipe, quietos, perplexos, assustados, cada um concentrado nos próprios pensamentos, enquanto o fogo consumia o palco de toda aquela operação. Ao chegarem à estação, o alívio estampava-se no rosto de Mateus.

– Que bom que vocês voltaram bem! Estava preocupado. O que aconteceu? Eu vi o helicóptero passar de volta por aqui, agora há pouco.

Demorou mais de uma hora até que todos se recompusessem e pudessem, de novo, se sentar ao redor da mesa. Mateus já não conseguia mais se conter:

– Eles estão extraíndo a molécula em campo!!! Devem estar contrabandeando a molécula pura.

– Estamos preocupados para que a biopirataria não trafique a planta para fora do país, mas eles já estão tirando a molécula extraída! – falou Mercedes, boquiaberta.

– Mas... como? Se tivemos aquele trabalhão todo para trazer suas plantas aqui para extração?! Como estão fazendo isso lá na floresta? – perguntou Mateus.

– Eles estão usando um extrator portátil. Estão usando as novas baterias de lítio líquido. E esgotam o líquido para que o helicóptero fique mais leve na volta. Aquele extrator deve ter custado uma fortuna!!! – deduziu Mercedes.

Gabriela emendou:

– Sim, e o lítio no solo não tem energia para entrar na estrutura da esmectita, mas como eles incendeiam o local após a operação, a temperatura deve chegar a, pelo menos, 100 graus, suficiente para que o lítio entre na estrutura da esmectita e anule a CTC! Agora entendo meu sonho!!! O gafanhoto é o helicóptero, o senhor inglês no topo da colina deve ser Greene-Kelly e a esfera que ele mostrou não deveria ser para mim, mas sim para o gafanhoto, que fugiu. A esfera era um átomo de lítio!

Todos estavam atordoados, pensando em quais medidas tomar e como toda aquela experiência afetava cada um deles.

Gabriela saiu para o pátio da estação para tomar um ar fresco. Quando olhou para o céu estrelado, ficou pensando no quanto ainda há para se descobrir no universo, mas também no interior dos seres humanos... Como é possível que nós, humanos, tenhamos capacidades tão fantásticas, como, por um lado, seu subconsciente resolver o enigma antes do seu consciente e enviar uma mensagem para ela através de um sonho e, por outro lado, sermos capazes de usar toda a inteligência para algo tão mesquinho, como roubar um presente que a floresta nos dá, a molécula, e imediatamente incendiar os seres que nos presentearam...



Programa Ponte Solo na Escola