



#02 | 2018/11 MAIS

Mineração: Atitude e Inovação Sustentável

Programa integra pesquisas
e amplia uso de espécies nativas para
Recuperação de Áreas Degradadas

▼ Reserva Natural
Vale é celeiro de
pesquisas

▼ Empresa
protege 850 mil
hectares no país

▼ Destaque
Prêmio MAIS Bio
celebra pesquisa
de qualidade na Vale

Sumário

Palavra

- 04** Vale tem compromisso com o meio ambiente em sua prática diária

Capa



Ricardo Teles

24

Recuperação de Áreas Degradadas (RAD)

Pesquisas sobre espécies nativas, solos e monitoramento integram grupo de projetos de RAD

Reserva Natural Vale

- 06** Reserva Natural Vale
RNV: há décadas um espaço privilegiado para pesquisadores do Brasil e do mundo

13 Felinos

Investigação sobre onças-pardas e onças-pintadas busca contribuir para sua conservação

18 Mamíferos

Mamíferos são objeto de estudo na RNV e em outras áreas de floresta no Espírito Santo



Ricardo Teles

26 Espécies Estruturantes

31 Solos

35 Gramíneas

38 Monitoramento

40 Lodo

42 Biofábrica

Persona

- 43** Pesquisadora titular do Instituto Tecnológico Vale - Desenvolvimento Sustentável, a professora Vera Fonseca tem uma trajetória dedicada à ciência

Prêmio MAIS Bio



Ricardo Teles

47 MAIS Bio

Baleias-jubarte, espécies de flora e genômica: os temas vencedores

52 Jubartes

56 Espécies de Flora

60 Genômica

Expediente

Conselho editorial: Sandoval Carneiro e Gleuza Jesué | **Coordenação:** Domenica Blundi e Janaína Rezende | **Assessoria técnica:** Edgar Sepúlveda, Letícia Guimarães, Murilo Fiuza e Nei Rivello | **Redação:** Tempero Comunicação | **Edição e revisão:** Filipe Barros, Janaína Rezende e Tempero Comunicação | **Projeto gráfico:** Imaginatto Design e Marketing | **Diagramação:** Dia Design | **Tradução:** Ccaps Translation | **Realização:** Gerência de Tecnologia e Inovação para Sustentabilidade e Gerência de Marca e Publicidade | **Agradecimentos:** Alberto Ninio, Ana Amoroso, Ana Srbek, Andressa Gatti, Danielle Redig, Eduardo Gusmão, Fernanda Tarbes, Geovane Siqueira, Geraldo Fernandes, Guilherme Oliveira, Igor Assis, Jackeceli Falqueto, José Oswaldo Siqueira, Luiza Vieira, Luiz Eduardo Dias, Luiz Felipe Campos, Marcio Ferreira, Patrícia Daros, Ricardo de Oliveira, Roberta Atherton, Roberta Guimarães, Sérgio Lucena, Thiago Ferrari, Vera Castro, Vera Fonseca, Yumi Oki e a todos que apoiaram a produção desta edição do informativo.

Foto de capa: Biofábrica, centro de produção de mudas da Vale em Nova Lima, Minas Gerais.

Biodiversidade como conceito e prática

A preocupação com a biodiversidade está intimamente ligada à existência da Vale e bem traduzida em sua Missão – “Transformar recursos naturais em prosperidade e desenvolvimento sustentável”; em sua Visão, que trata da paixão pelas pessoas e pelo planeta; e em seus Valores, que colocam a vida em primeiro lugar. A empresa tem plena consciência de que a atividade mineradora interfere de forma relevante no meio ambiente e, por isso, internalizou o conceito de que é possível não apenas buscar o Impacto Líquido Neutro (*No Net Loss*) sobre a biodiversidade em suas áreas de atuação, compromisso desde 2013, mas ir além dessa perspectiva. Ou seja: trazer mudanças positivas para a biodiversidade no longo prazo.

Para tanto, a Vale atua em diferentes vertentes. Investe em Pesquisa, Desenvolvimento & Inovação (PD&I), inclusive em parceria com centros de saber do Brasil e do mundo, com o objetivo de criar soluções capazes de evitar, mitigar e compensar impactos, oferecendo à sociedade conhecimento novo e transformador, um legado para gerações futuras. Apenas no Instituto Tecnológico



Alberto Ninio e Gleuza Jesué

Vale – Desenvolvimento Sustentável (ITV-DS), em Belém (PA), há dezenas de pesquisadores com formação multidisciplinar estudando temas como serviços ambientais, recursos hídricos, genômica, alterações climáticas e uso do solo. Como exemplo, o levantamento da flora de cangas de Carajás conduzido pelo ITV-DS, em associação com o Museu Emílio Goeldi, de Belém, e 140 profissionais brasileiros e estrangeiros, permitiu o registro de 1.080 espécies, catalogadas em quatro volumes da Revista Rodriguésia, do Jardim Botânico do Rio de Janeiro.

A empresa também é responsável pela proteção de uma área que, somada, chega a 8,5 mil km² (850 mil hectares), um território 5,6 vezes maior do que o total ocupado por suas operações no Brasil. A Reserva Natural Vale, situada no Espírito Santo e tema desta edição do Informativo MAIS, tornou-se um centro de referência para pesquisas científicas em biodiversidade no país, com 240 projetos desenvolvidos. No Quadrilátero Ferrífero, em Minas Gerais, há 12,8 mil hectares protegidos em 21 Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs), onde se encontram mais de 70 espécies de

“ A empresa é responsável pela proteção de uma área que, somada, chega a 8,5 mil km² (850 mil hectares), um território 5,6 vezes maior do que o total ocupado por suas operações no Brasil

flora ameaçadas. A Vale já formalizou proposta de regularização de cerca de 77 mil hectares de Reserva Legal, devendo alcançar em breve 100 mil hectares para todos os imóveis rurais.

O Fundo Vale, uma Organização da Sociedade Civil de Interesse Público (OSCI) criada em 2009, aportou R\$ 120 milhões em iniciativas em três segmentos relacionados ao meio ambiente na Região Amazônica, contribuindo para a implementação e consolidação de 230 mil km² (23 milhões de hectares) de unidades de conservação em seis estados, em benefício de comunidades indígenas e de pescadores, entre muitas outras.

Estas iniciativas – algumas, em meio a centenas – mostram que a empresa está profundamente comprometida com a manutenção da biodiversidade e que isso é, também, muito bom para seus negócios. Para exemplificar: ao mesmo tempo em que trabalha pelo cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas, a Vale aplica, de forma complementar,

a Hierarquia de Mitigação de Impactos. Essa ferramenta viabiliza uma abordagem baseada nas melhores práticas para evitar e minimizar impactos negativos, e, em seguida, restaurar áreas que não são mais usadas em operações da empresa, antes de finalmente considerar a possibilidade de compensar os impactos residuais. Dessa forma, a Vale se mantém alinhada aos Padrões de Desempenho de Instituição Financeira do Banco Mundial, assim como aos princípios do Conselho Internacional de Mineração e Metais (ICMM), o que favorece o acesso a recursos financeiros para seus projetos de expansão e compensação ambiental.

Mineração e biodiversidade são, hoje, indissociáveis, algo que nós e toda a sociedade temos muitos motivos para celebrar. ■

Por **Alberto Ninio**, diretor de Sustentabilidade

Gleuza Jesué, gerente executiva de Gestão Ambiental

Mais informações

O Informativo MAIS é uma publicação destinada a divulgar a pesquisa científica realizada pela Vale e seus parceiros em instituições de ensino e pesquisa. Por meio dela, é possível conhecer iniciativas inovadoras e capazes de contribuir para a solução de questões importantes para a empresa hoje e no futuro. O Informativo pode ser lido integralmente, em versão PDF, ou pelo site www.vale.com/MAIS. Será um prazer recebê-lo.

Conhecimento compartilhado

Se você avalia que os projetos apresentados no Informativo MAIS podem ser úteis para sua área na Vale, escreva para MAIS@vale.com. Assim, teremos a chance de compartilhar outras informações sobre os estudos, importantes para a conservação da biodiversidade, e eventualmente colocá-lo em contato direto com os pesquisadores, para a troca de experiências.

Reserva Natural Vale: grande celeiro de produção científica

A Reserva Natural Vale (RNV) comemora, em 2018, 40 anos como área oficialmente destinada pela empresa, de forma exclusiva, à conservação e à pesquisa científica de sua biodiversidade. Localizada em Linhares, no norte do Espírito Santo, a Reserva foi formada pela compra de fazendas entre os anos 1950 e 1970, e sua área atual, de cerca de 23 mil hectares – equivalente ao tamanho de 23 mil campos de futebol –, foi consolidada em 1973. Em 1978, o Instituto Brasileiro de

Desenvolvimento Florestal (IBDF), órgão sucedido pelo atual Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), reconheceu a Reserva como área de proteção ambiental e de pesquisa. Naquele ano, a Vale criou a proteção ecossistêmica da RNV, conduzida por um grupo de agentes especialistas com objetivo de combater a caça ilegal e os incêndios florestais, passo importante para cumprir a meta de conservação da área.

O primeiro acordo com fins estritamente científicos também ocorreu em 1978. Um grupo de pesquisadores da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, coordenado pelo professor Adriano Peracchi, um dos maiores especialistas em morcegos do país, fez os primeiros levantamentos da fauna e da flora local. O antigo herbário, criado em 1963, para documentar a variedade das espécies botânicas na RNV, foi

reformulado. No ano seguinte, a pesquisadora Ariane Luna Peixoto, bióloga que na época integrava a equipe do professor Peracchi e hoje está no Jardim Botânico do Rio de Janeiro, conseguiu registrar o herbário da RNV no *Index Herbariorum*, do The New York Botanical Garden, tornando-o mundialmente conhecido.

Desde 2008, a Reserva Natural Vale é considerada pela Unesco um Posto Avançado da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, título já referendado duas vezes, em 2013 e 2017, em função de sua importância

estratégica para a biodiversidade no país. A área abriga um importante e extenso remanescente de Floresta de Tabuleiro, formação vegetal que está entre as mais ameaçadas de extinção no Brasil. Desde a década de 1960, foram catalogadas, aproximadamente, 3 mil espécies de plantas (mais de cem delas novas descobertas para a ciência), bem como as seguintes quantidades de espécies da fauna: 400 de aves, 64 de répteis, 27 de peixes e 56 de anfíbios, além de 1,5 mil de insetos, 179 de aranhas e 102 de mamíferos. Em conjunto com a Reserva Biológica de Sooretama,

gerida pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), a RNV integra uma área preservada de cerca de 50 mil hectares, um bloco que representa cerca de 10% da cobertura florestal restante no estado do Espírito Santo.

História

Quando a Vale foi criada, em 1942, a empresa, então estatal, assumiu a administração da Estrada de Ferro Vitória a Minas, nacionalizada pelo ex-presidente Getúlio Vargas. Para conservação e duplicação da ferrovia, a mineradora precisava de dormentes, e viu na compra de fazendas da região de Linhares uma oportunidade de garantir um estoque de madeira para isso. Durante 25 anos, a Vale adquiriu mais de cem propriedades, a primeira delas em 1957. Juntas, as fazendas formam a totalidade da Reserva hoje.

Para fazer um inventário florestal das possibilidades de exploração e manejo da área, a empresa contratou um profissional de renome, Dammis Heinsdijk, conselheiro técnico da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), que produziu seu primeiro relatório em 1963. Daquele ano até 1973, foram produzidos outros estudos de uso da madeira da região, mas os administradores da RNV concluíram que a compra de dormentes prontos seria mais interessante do ponto de vista econômico.

Em paralelo aos trabalhos desenvolvidos na Reserva, em fins dos anos 1960 e início dos anos

Ricardo Teles

Reserva Natural Vale

1970, a Vale realizou a sua primeira diversificação de investimentos. Em 1966, foram iniciados os estudos relativos a um projeto de industrialização da madeira das reservas florestais com vistas à exportação de celulose. Em outubro de 1967, a Vale criou a subsidiária Florestas Rio Doce S.A., voltada para a prestação de serviços de reflorestamento de áreas situadas no Vale do Rio Doce, em Minas Gerais. Nos anos 1970, o negócio de papel e celulose cresceu. Em 1974, a empresa fundou a Celulose Nipo-Brasileira (Cenibra), em parceria com investidores japoneses. O corte de árvores para a produção de celulose e papel era feito em outras áreas, que não a RNV, no próprio estado do Espírito Santo e em Minas Gerais.

A Reserva Natural Vale passou, então, a ser um laboratório de pesquisa para reflorestamento com fins industriais. Em meados dos anos 1970, foi realizado o primeiro grande experimento com plantas exóticas e nativas na RNV, que ficou conhecido como o estudo da “Estrada Meme”, uma referência ao convênio assinado entre a Vale e o Ministério das Minas e Energia, cujo objetivo era conhecer espécies adaptadas à recuperação das margens de lagos ou reservatórios de água utilizados para a produção de energia elétrica na região Sudeste do país.

As pesquisas em silvicultura intensificaram o contato entre técnicos da empresa e ambientalistas que lutavam pela conservação de



23 mil hectares

3 mil espécies de plantas

102 espécies de mamíferos distintos

20% das espécies de aves do país

Herbário com 15.734 exsicatas

500 mil mudas de plantas

15 mil volumes de pesquisas

florestas, quando o tema estava longe de ser uma prioridade para a sociedade. A Vale teve ainda, em seus quadros, profissionais que percebiam a importância da área como ativo ambiental e trabalharam muito por sua preservação, entre os quais os ex-presidentes Eliezer Batista e Antônio Dias Leite, e Mário Borgonovi, que ocupou o cargo de coordenador de Projetos Florestais da empresa em fins dos anos 1960.

Importância científica

A partir daí, os estudos científicos se intensificaram, pela estrutura de apoio montada pela empresa somada à riqueza em biodiversidade da região. Samir Rolim, engenheiro agrônomo com mestrado em “Ciências Florestais” e doutorado

em “Recursos Florestais”, foi consultor e empregado da Vale na Reserva de 1992 a 2008. Hoje, faz pesquisas no local, que representa muito para ele.

“Eu me apaixonei pela Reserva desde que a conheci. Tanto tempo depois, posso dizer que apenas ONGs internacionais, que recebem recursos a fundo perdido (modalidade de financiamento em que não está prevista a devolução dos valores), têm estrutura semelhante de suporte a pesquisadores. A maturidade dos estudos desenvolvidos lá dará à Reserva, inclusive, papel importante para o cumprimento da meta do país de reflorestar 12 milhões de hectares, pelo conhecimento adquirido em silvicultura, capaz

É comprada a 1ª fazenda no norte do Espírito Santo, entre as 102 que comporiam a futura Reserva Natural Vale.

1957

Empresa muda os planos de usar a área para a produção de dormentes. Consolida-se a atual área da RNV, de 23 mil hectares.

1973

O herbário da RNV é registrado no *Index Herbariorum*, do The New York Botanical Garden, tornando-se mundialmente conhecido.

1979

A Vale e o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, responsável pela Reserva Biológica de Sooretama, contígua à RNV, assinam um convênio de parceria, e a proteção ecossistêmica é estendida àquela área também. Juntas, as duas reservas somam quase 50 mil hectares, representando um dos últimos grandes remanescentes da Floresta de Tabuleiro.

1999

É lançado o livro “Silvicultura e Tecnologia da Espécie de Mata Atlântica”, que analisa 35 espécies usadas em silvicultura, a partir de dados obtidos na Reserva.

2018

1942

A Vale é criada e assume a gestão da Estrada de Ferro Vitória a Minas.

1963

É publicado o primeiro inventário florestal com base nas áreas adquiridas até então. Cria-se um herbário.

1978

O IBDF, que antecedeu o Ibama, reconhece oficialmente a Reserva Natural Vale como área destinada à conservação e à pesquisa científica. É criada a proteção ecossistêmica da RNV e o herbário é reformulado.

1998

Um ano após a privatização, a Vale mantém a Reserva e produz um plano para definir seu uso e aproveitamento científico.

2000

A Reserva é aberta à visitação pública.

2008

A Unesco confere à RNV o título de Posto Avançado de Reserva da Biosfera da Mata Atlântica.

2012

A Vale faz estudo de valoração da área, que traduz sua importância também em termos monetários.

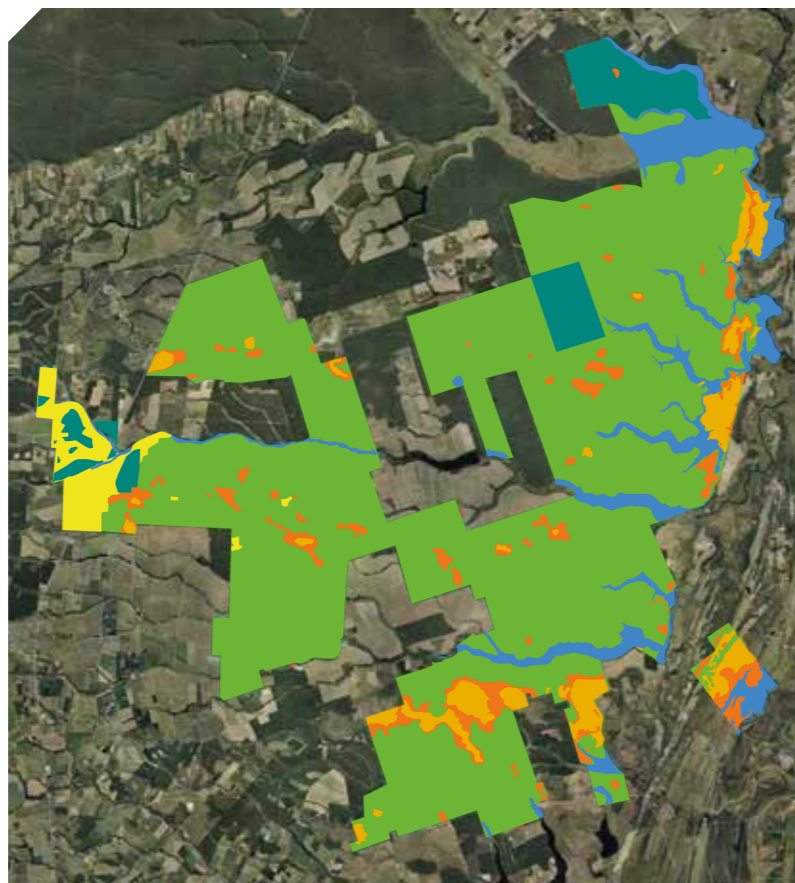
Reserva Natural Vale

de permitir que o reflorestamento seja feito em parte com espécies nativas”, ressalta Samir.

Pesquisa de longa duração

Ele é um dos editores do livro “Floresta Atlântica de Tabuleiro: Diversidade e Endemismo na Reserva Natural Vale” e coautor de “Silvicultura e Tecnologia da Espécie de Mata Atlântica”, lançado em 2018. Escrita em parceria com pesquisadores da Universidade do Sul da Bahia e da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, a última obra analisa 35 espécies usadas em silvicultura, a partir de dados obtidos também na Reserva. “Nós chamamos o Jonacir de Souza, assistente de serviços da RNV, de tabelião da floresta. Sozinho, ele fez quase um milhão de medidas de árvores durante 30 anos, avaliando circunferência, altura e sanidade. Isso dá a noção da quantidade de informação disponível, que subsidiou centenas de pesquisadores de universidades de vários estados brasileiros e de outros países”, relata.

Para a bióloga Ariane Peixoto, “RNV e Sooretama são centros de diversidade biológica reconhecidos globalmente. Atraem pessoas do mundo inteiro para estudar fauna, flora, fungos, solo, clima e processos ecológicos. Locais que nos acolhem, que permitem a troca de experiências e produzem pesquisas



Mapa da Reserva Natural Vale

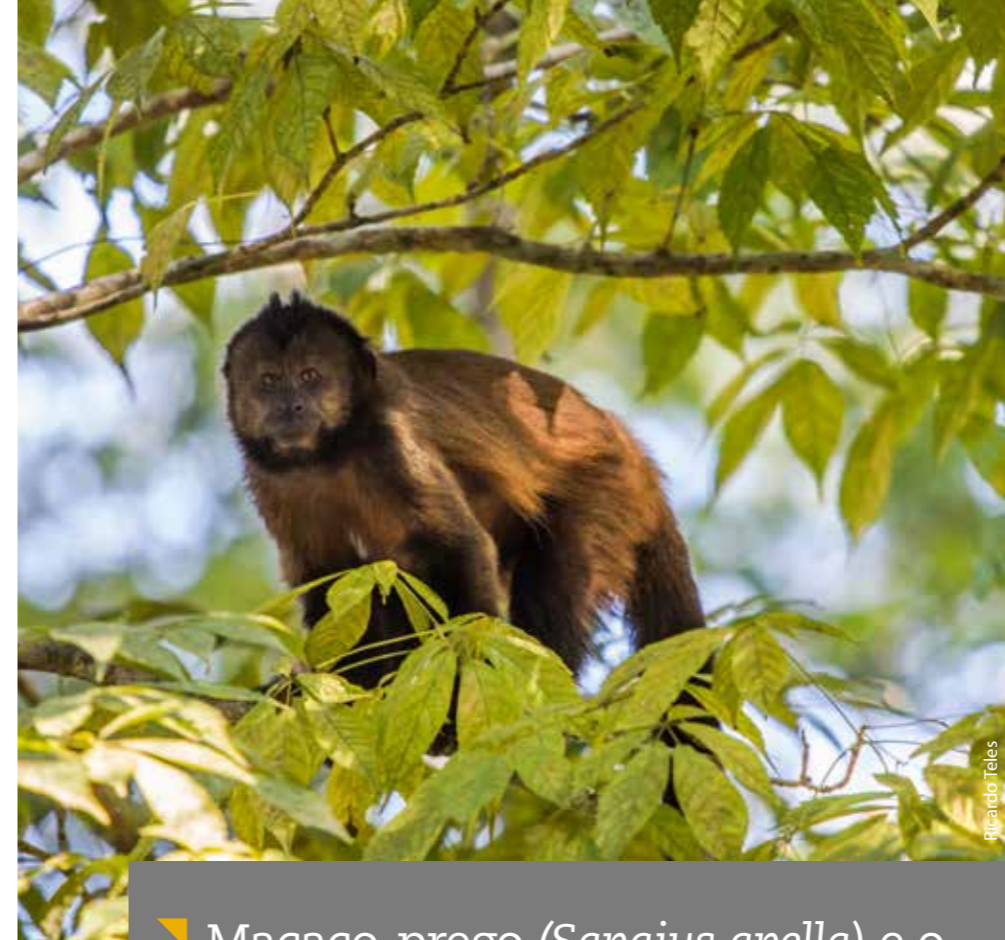
- Floresta de Tabuleiro
- Brejo e Floresta de Brejo
- Floresta de Muçununga
- Campos Nativos
- Silvicultura Tropical
- Floresta Secundária de Tabuleiro

de qualidade e longa duração são muito raros e valiosos”.

No Sistema de Gestão Integrada de Áreas Protegidas (SGIAP), desenvolvido na própria RNV, há um acervo de 15 mil volumes, entre pesquisas, livros e publicações, como dissertações de mestrado e teses de doutorado. Atualmente, existem cem pesquisas em andamento, e todas têm seus relatórios e produtos finais

inseridos no banco de dados.

Marcio Ferreira, supervisor da Reserva, diz que o nível de detalhamento do sistema vai bem além dos estudos. Nele se pode consultar no viveiro da RNV, por exemplo, a quantidade de mudas de cada espécie cultivada, entre muitas outras informações. “Temos hoje em nosso viveiro 500 mil mudas, de 300 espécies, com potencial para chegar a 800



Macaco-prego (*Sapajus apella*) e o pássaro surucuá-de-barriga-amarela (*Trogon surrucura aurantius*)



espécies e 3 milhões de mudas. Dele já foram enviadas, somente no Espírito Santo, 2,7 milhões de mudas de espécies nativas, com objetivo de recuperar 1,7 mil hectares em aproximadamente mil propriedades rurais e parques estaduais”, complementa.

Valor e visitação

Luiz Felipe Campos, especialista técnico em Biodiversidade da Vale, conta que em 1998 foi feito um plano diretor que definiu as diretrizes da Reserva. Em 2000, abriu-se o espaço à visitação pública e, em 2012, apresentou-se

um estudo de valoração da RNV. “Com base em uma metodologia que traduz monetariamente a percepção que as pessoas têm da importância de uma área preservada, chegamos a um valor de existência de US\$ 1 bilhão. Para o trabalho, que contou com a participação de economistas ambientais e de uma consultoria internacional, foram entrevistadas mais de 6 mil pessoas, em quatro capitais”, detalha.

Se no início dos anos 2000 o número de visitantes anuais da Reserva era aproximadamente de 4,5 mil pessoas, em 2018 a RNV

recebe em média 3 mil visitas por mês. “Não podemos pensar que o limite físico da Reserva é um limitador para a sociedade, estamos fazendo um grande esforço para trazer a cada mês mais comunidades do entorno para dentro da RNV. Queremos que todos possam conhecer essa área magnífica e ver de perto espécies endêmicas (exclusivas do local) como o mutum-de-bico-vermelho. Quando estão integradas à Mata Atlântica e percebem a riqueza da biodiversidade que as cerca, as pessoas valorizam mais esse patrimônio natural e se engajam em nosso esforço para preservá-lo”, acredita Marcio Ferreira. ■

Ligação entre a Floresta Amazônica e a Mata Atlântica

No artigo “*The majestic canopy-emergent genus Dinizia (Leguminosae: Caesalpinioideae), including a new species endemic to the Brazilian state of Espírito Santo*”, publicado na Kew Bulletin, tradicional revista científica da Inglaterra, foi anunciada a identificação de uma planta, na Reserva Natural Vale, que traz fortes indícios sobre a ligação existente, no passado, entre a Floresta Amazônica e a Mata Atlântica. A jueirana-facção, batizada cientificamente como *Dinizia jueirana-facao*, é a segunda árvore de seu gênero. Antes, apenas a *Dinizia excelsa*, encontrada na Amazônia no início do século 20, era conhecida. “O fato de a *Dinizia* ser um gênero monoespecífico (composto por uma só espécie) reforça a ideia de que houve interação entre os biomas. Com a devastação promovida pelo ser humano, essa ligação física foi perdida”, afirma o biólogo Geovane Siqueira, curador do herbário da Reserva Natural Vale e um dos autores do artigo.

A jueirana-facção atinge até 40 metros de altura e quase cinco metros de circunferência de tronco,

com uma copa que se espalha por 20 metros de diâmetro. Seu peso, quando adulta, ultrapassa 60 toneladas. Recém-identificada, ela pode ser considerada quase extinta, como explica Geovane: “Só há 12 exemplares conhecidos na área de domínio da RNV e outros 12 em uma propriedade particular do município de Sooretama. Por isso estamos nos concentrando na produção de mudas para propagar a espécie. Já conseguimos produzir algo em torno de 600 mudas, que serão plantadas na Reserva e em propriedades vizinhas”.

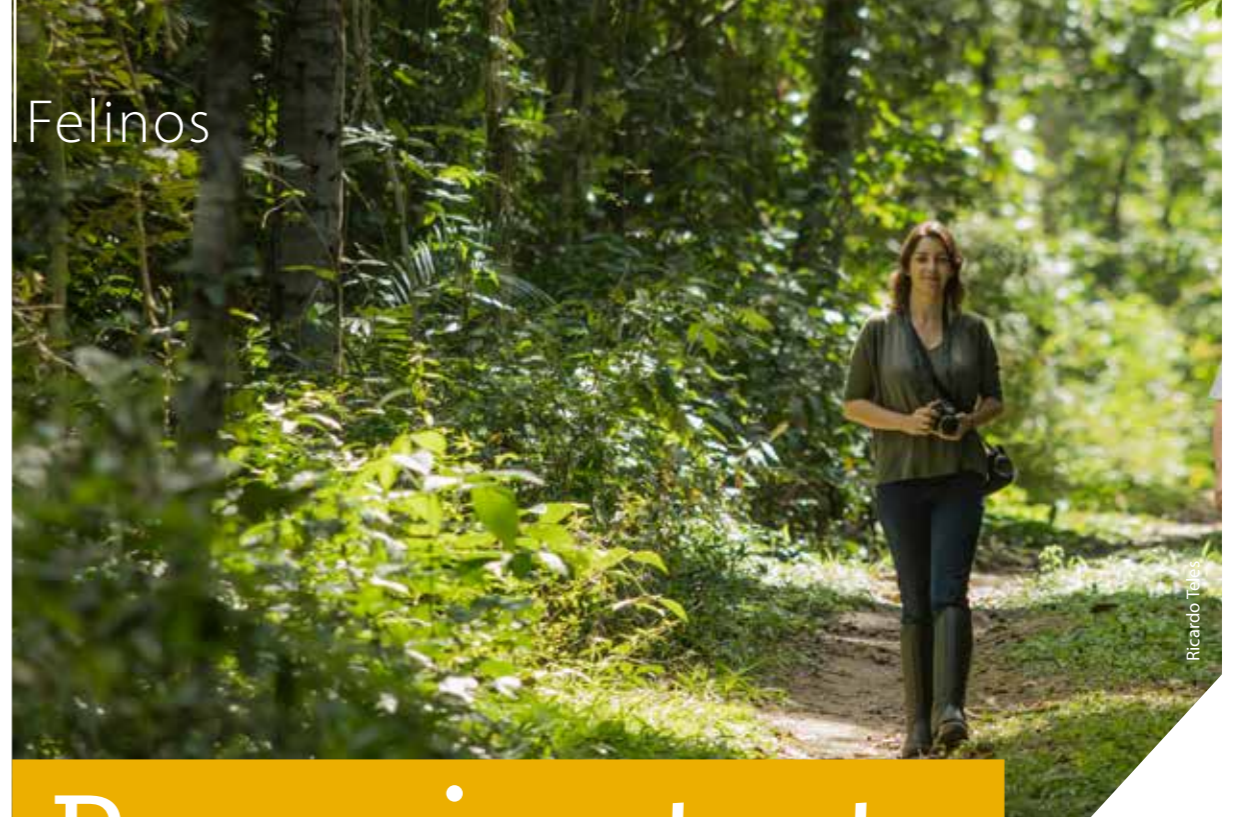
A identificação da jueirana só foi possível porque a Reserva é uma área protegida sobre a qual pesquisadores se debruçam na investigação da Flora de Tabuleiro do Espírito Santo. As estradas que cortam toda a sua extensão, exclusivamente usadas para os estudos, oferecem acesso ao conjunto de sua biodiversidade. Outros artigos recentes, publicados em revistas igualmente importantes como Harvard Papers in Botany (EUA) e Phytotaxa (Nova Zelândia), anunciaram a presença na RNV de espécies botânicas até então desconhecidas para a ciência. São elas: *Cinnamomum baitelloanum* (canela-vermelha),

Mezilaurus sessiliflora (canela-de-pombo), *Ocotea batata* (canela-batata) e *Williamodendron itamarajuensis* (canela-prata).

O conjunto de informações sobre a diversidade da flora da Reserva foi produzido graças a seu herbário, uma biblioteca de plantas mantida pela Vale. Além de reconhecido mundialmente, o herbário aproxima pesquisadores há décadas. Desde a sua criação, em 1963, já foram descritas 116 novas espécies, com amostras depositadas in loco e duplicatas em instituições parceiras, sendo 106 espécies com ocorrência dentro RNV e dez espécies nas proximidades. Desse total, sete tiveram registros e publicação em 2017. “Isso mostra a importância da Reserva Natural Vale para estudos e pesquisas e sua contribuição para a conservação dos remanescentes da flora do Espírito Santo e do Brasil”, conclui Geovane. ■

Mais informações

Leia mais sobre a jueirana-facção em <https://link.springer.com/article/10.1007/s12225-017-9720-7>.



Pesquisa trata de ecologia e saúde de felinos

A Reserva Natural Vale (RNV) recebe, há 40 anos, pesquisas sobre a fauna que são relevantes pela riqueza existente na área, inclusive em relação a animais que correm risco de extinção e têm naquele espaço um de seus últimos refúgios na Mata Atlântica. A bióloga Ana Carolina Srbek de Araujo, da Universidade Vila Velha (UUV), realiza estudos na RNV desde 2005, de forma contínua, tendo as onças como fonte principal de interesse. Atualmente, ela coordena o projeto de pesquisa “Competição, coexistência e saúde geral de grandes felinos na Mata

Atlântica de Tabuleiro”, selecionado entre as propostas recebidas com base no edital conjunto da Vale e Fundações de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo e do Rio de Janeiro, lançado em 2015. Mestre em “Zoologia de Vertebrados” pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais e doutora em “Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre” pela Universidade Federal de Minas Gerais, Ana Carolina Srbek de Araujo já foi analista de Sustentabilidade da Vale e hoje é professora titular dos Programas

de Pós-graduação em Ecologia de Ecossistemas e de Pós-graduação em Ciência Animal, ambos da UUV. Seu trabalho buscou, ainda nos anos 2000, definir o número de onças-pintadas (*Panthera onca*) existentes na região onde se insere a RNV e determinar a proporção entre fêmeas e machos na população, além de avaliar a distribuição dos indivíduos na área da Reserva. Com recursos da genética, avaliou também a situação da população para verificar se havia perda de variabilidade genética, o que pode ocorrer por endogamia

(acasalamento entre indivíduos aparentados), por exemplo, e em qual proporção. Estudou ainda a dieta e a presença de parasitos intestinais nos animais.

Como parte dos resultados, chegou à estimativa de existência de cerca de 20 onças-pintadas no Bloco Linhares-Sooretama – grande remanescente florestal do qual a RNV faz parte –, uma população composta por duas fêmeas para cada macho, considerando apenas indivíduos adultos. Trata-se da última população desses felinos no Espírito Santo e uma das últimas em toda a Mata Atlântica.

A pesquisa concluiu também que, apesar da perda de variabilidade genética, as onças da RNV ainda guardam informações importantes para a conservação genética da espécie devido à presença de alelos que não haviam sido registrados até então em outras populações. Os genes são formados por alelos, segmentos nos quais estão contidas as informações específicas e que podem variar entre os indivíduos. A perda de variabilidade genética acontece quando, por aleatoriedade, ocorre uma redução do número de tipos de alelos e determinados alelos se tornam mais comuns.

Estudo atual

O estudo, desenvolvido por um grupo de pesquisadores (veja quadro na página 15), três dos quais alunos de mestrado e uma de doutorado, tem por objetivo

investigar os padrões de competição intra e interespecífica, estabelecendo os mecanismos que permitem a manutenção das populações e a coexistência de onças-pintadas e onças-pardas (*Puma concolor*) no Bloco Linhares-Sooretama, além de determinar o estado de saúde geral dos indivíduos. “Começamos de forma efetiva em 2017, com a coleta de amostras fecais para atualização dos dados da dieta e parasitologia. Para isso, percorremos a pé estradas não pavimentadas internas à RNV em busca de fezes e de outros vestígios, como pegadas e arranhados, que servem também como indicativos dos locais por onde as onças circulam”, conta Ana Srbek. Segundo ela, a atualização das informações é importante para avaliar se houve alterações nos padrões previamente registrados e que possam indicar problemas para a conservação das espécies.

Ao todo, os pesquisadores já percorreram 1.380 quilômetros durante as amostragens e, nos primeiros 16 meses de estudo, foram detectadas 459 amostras fecais de felinos, das quais 38 já foram confirmadas como pertencentes a espécies de grande porte. Todas as amostras coletadas têm porções destinadas a análises de dieta. As amostras fecais encontradas frescas dão origem a subamostras, as quais são selecionadas para análises de parasitos intestinais e virologia (veja quadro na página 17). Além das amostras fecais, foram registrados ainda 34 arranhões e 104 locais com rastros ou pegadas de grandes felinos.

Novas fases

No segundo semestre de 2018, teve início uma nova fase do projeto, que prevê a captura e a colocação de colares-transmissores nos indivíduos. Com isso, será possível aperfeiçoar o monitoramento e a investigação dos padrões de uso e compartilhamento do espaço entre onças-pintadas e onças-pardas, além de dar continuidade às investigações a respeito da sobreposição da dieta e da saúde geral.

As onças serão capturadas com o auxílio de armadilhas convencionalmente utilizadas no Brasil. No caso da captura das onças-pardas, será utilizada também uma técnica inédita no país, empregando-se um equipamento de captura remota, autorizado pelo Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Mamíferos Carnívoros (CENAP/ICMbio). “Por meio de uma parceria firmada com o pesquisador espanhol Francisco Palomares, da Estação Biológica de Doñana - Conselho Superior de Investigações Científicas (EBD-CSIC), de Sevilha, será usado um equipamento que permite a sedação dos espécimes a distância, com a mínima intervenção necessária para contenção dos animais, garantindo que a captura, acompanhada por biólogos e médicos veterinários, aconteça com muito menos estresse para as onças”, explica Ana Srbek.

A técnica será usada apenas para as onças-pardas porque as onças-pintadas são mais ameaçadas na Mata Atlântica, em comparação com as

pardas, e a população local é muito importante. Assim, o CENAP autorizou o uso deste novo equipamento apenas em pardas e, caso o sucesso seja confirmado para esta espécie (sem riscos adicionais para os indivíduos), as capturas com o equipamento remoto serão autorizadas no futuro também para as pintadas.

Com a onça sedada, será feita a coleta de amostras para uma

avaliação geral de sua saúde, realizada por meio da investigação de parâmetros biológicos (perfil hematológico e bioquímico) e dosagem de contaminantes inorgânicos; condição da cavidade oral e dentição; endo e ectoparasitas; doenças virais; e capacidade reprodutiva dos indivíduos. Uma vez soltas, elas estarão equipadas com colares-transmissores (previstos

para oito onças) que permitirão um monitoramento muito mais abrangente, por satélite, da movimentação dos felinos, tanto em relação às áreas que percorrem quanto aos horários em que cada um deles passa pelos locais. “Para caracterização do padrão espaço-temporal de uso da área de estudo pelas onças, será realizada uma análise dos pontos de localização geográfica coletados a partir do colar-transmissor. Estes dados, juntamente com os pontos de localização de fezes, rastros e arranhões, serão avaliados com o auxílio de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e utilizados na caracterização dos padrões de sobreposição ou segregação espacial e temporal entre indivíduos”, afirma a pesquisadora.

Ao final da pesquisa, previsto para 2020, com a conclusão das análises laboratoriais e a obtenção dos dados dos colares, haverá mais conhecimento acumulado para se trabalhar pela conservação das espécies. Será possível, por exemplo, avaliar a necessidade de medidas específicas para manejo de determinadas espécies que são consideradas presas-chave para a permanência dos grandes predadores – como o queixada (*Tayassu pecari*), a capivara (*Hydrochaeris hydrochaeris*) e a paca (*Cuniculus paca*) – ou de ações para suplementação populacional mediante a transferência de onças de outros lugares, para que as populações locais possam se manter saudáveis no longo prazo.

Pesquisadores		
Nome	Instituição	Título
Ana Carolina Srbek de Araujo	Universidade Vila Velha	Doutora
João Luiz Rossi Júnior	Universidade Vila Velha	Doutor
Fábio Ribeiro Braga	Universidade Vila Velha	Doutor
Fernando Vicentini	Universidade Federal do Espírito Santo	Doutor
Francisco Palomares Fernández	Estação Biológica de Doñana - Espanha	Doutor
Tarcízio Antônio Rego de Paula	Universidade Federal de Viçosa	Doutor
David Costa Braga	Universidade Vila Velha	Doutor
Hilton Entringer Júnior	Universidade Vila Velha	Mestrando
Alana Gomes Ribeiro	Universidade Vila Velha	Mestranda
Laura Martins Magalhães	Universidade Vila Velha	Mestranda
Ana Paula Jejesky de Oliveira	Universidade Vila Velha	Doutoranda

Equilíbrio

A partir do projeto, também se saberá quais mecanismos ecológicos permitem que as onças-pintadas e as onças-pardas reduzam a competição direta, o que é importante para sua convivência no Bloco Linhares-Sooetama e em outras áreas fragmentadas do país. “Esses predadores são fundamentais para o equilíbrio do ecossistema, atuando no controle populacional de suas presas. Sem essa regulação, ocorre um desequilíbrio entre as espécies e, por meio de reação em cascata, pode haver, inclusive, a redução da dispersão de sementes na floresta. Além disso, os predadores geralmente consomem animais mais fracos ou doentes, ajudando a manter as populações de presas também saudáveis”, ensina Ana Srbek.

Trabalhar com as onças tem outro impacto positivo, na educação, como garante a bióloga Jackeceli Falqueto, analista de Meio Ambiente da RNV, responsável pelo apoio, avaliação e monitoramento das pesquisas desenvolvidas no local. “Os felinos são espécies-bandeira, populares e muito úteis nas campanhas de sensibilização que temos realizado com frequência cada vez maior, visando principalmente as crianças da região, mas também adultos e educadores. A caça e os incêndios são problemas que afetam as onças e toda a biodiversidade,



“Os felinos são espécies-bandeira, populares e muito úteis nas campanhas de sensibilização que temos realizado

exigindo de nós um esforço de conscientização para o qual os pesquisadores vêm contribuindo muito”, diz Jackeceli.

Na condição de quem conhece a estrutura da Reserva, Ana Srbek ressalta que a área é um ativo ambiental que mostra a responsabilidade da Vale com a conservação da biodiversidade e possibilita o intercâmbio da empresa com a academia, benéfico para ambas e capaz de fazer com que o conhecimento e a inovação avancem mais rápido. “A Reserva é uma fonte inesgotável

Mais informações

Para mais informações sobre pesquisas relacionadas ao tema, leia em: <http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/BUBD-998LEE>.

de conhecimento. A partir das pesquisas realizadas na RNV têm sido geradas informações que contribuem para a conservação da flora e da fauna não apenas em seu interior, mas também em outras localidades”, comemora. ■

Análise laboratorial das amostras

As análises serão realizadas no Laboratório de Ecologia e Conservação de Biodiversidade da UUV (dieta e uso do espaço); Laboratório de Saúde da Vida Selvagem da UUV (parasitologia); Laboratório de Virologia da UFES (virologia); e Laboratório de Reprodução Animal da UUV (reprodução).

Dieta

A análise da dieta é realizada a partir da identificação dos itens não digeridos (pelos, penas, fragmentos ósseos, dentes, escamas, entre outros) contidos nas amostras fecais. Para isso, as amostras são lavadas sob água corrente, secas em estufa e triadas para separação e classificação do conteúdo. Os pelos, em especial, são separados de acordo com o morfotipo (coloração, comprimento e espessura) e submetidos a análises microestruturais (caracterização da medula e da cutícula) com o auxílio de microscópio óptico. Esta técnica é utilizada para a identificação das presas, no caso de mamíferos, e também para confirmação das espécies de predadores (análise de pelos ingeridos durante autolimpeza).

Parasitologia

Para análise de endoparasitas, as fezes coletadas diretamente

da ampola retal dos espécimes capturados e as amostras coletadas em campo (quando frescas) são avaliadas quanto à presença de ovos, larvas e helmintos adultos, bem como de cistos e oocistos de protozoários. Para isso, é adotada uma combinação de métodos de amostragem: flutuação (ou Método de Willis) e sedimentação espontânea (ou Método de HPJ). A identificação dos endoparasitas intestinais (ovos, larvas, cistos e oocistos) é realizada com o auxílio de microscópio óptico.

Virologia

A análise de infecção das onças por vírus é realizada para diferentes agentes, como o causador da Cinomose Canina (CDV), além dos adenovírus, rotavírus, reovírus e picobirnavírus. Para isso, é realizada a coleta de swab de cavidade oral e nasal (conjuntiva) e de fezes. Os swabs são inseridos em meio de transporte e as fezes são acondicionadas em coletores universais mantidos refrigerados em caixas térmicas para posterior encaminhamento ao laboratório. A detecção viral ocorre a partir da extração de ácido nucleico, utilizando-se o Método de Boom, e posterior detecção do genoma viral por EGPA (RNA) e PCR (DNA



e RNA), com o encaminhamento de amostras positivas ao sequenciamento genético para identificação dos micro-organismos.

Reprodução

Para análise da capacidade reprodutiva, é realizada a coleta de sêmen do animal. O material coletado é fixado em solução de formol salino tamponado. As análises morfológica e quantitativa do sêmen ocorrem por meio de microscopia óptica com o objetivo de caracterizar a ocorrência e a frequência dos principais defeitos de espermatozoides, considerando aqueles associados ao processo espermatogênico, ao transporte dos espermatozoides pelo epidídimo e ao processo de maturação. ■

Conservação de mamíferos ameaçados no Espírito Santo

Projetado escolhido por meio do edital que a Vale e as Fundações de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo e do Rio de Janeiro lançaram em 2015, o estudo sobre “Conservação e manejo de mamíferos ameaçados de extinção em paisagens fragmentadas da Mata Atlântica” utiliza a área da Reserva Natural Vale (RNV) para a pesquisa sobre ungulados (mamíferos com casco), atendo-se à anta (*Tapirus terrestris*), ao cateto (*Pecari tajacu*) e ao queixada (*Tayassu pecari*).

Liderado pelo professor Sérgio Lucena Mendes, da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), o estudo é realizado também em diferentes pontos do estado, pois inclui dois subprojetos, além daquele sobre os ungulados: um deles trabalha com a onça-parda (*Puma concolor*) e o outro com o muriqui-do-norte (*Brachyteles hypoxanthus*), nos municípios de Santa Teresa, Santa Maria de Jetibá e Santa Leopoldina, situados na região serrana.

Biólogo, com mestrado e doutorado em “Ecologia”, respectivamente



A bióloga Andressa Gatti prepara uma armadilha fotográfica

pela Universidade de Brasília e Universidade Estadual de Campinas, Sérgio Lucena Mendes foi presidente do Conselho Científico e diretor do Museu de Biologia Professor Mello Leitão, no Espírito Santo. Atualmente, é diretor do Instituto Nacional da Mata Atlântica (INMA), professor da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) e membro do Conselho Deliberativo do Instituto de Pesquisas da Mata Atlântica (IPEMA). Ele conta que o projeto financiado por meio do edital contempla estudos que já estavam em andamento e ganharam a oportunidade de desenvolvimento com os recursos aportados e a estrutura de apoio oferecida pelo edital Vale-Fapes-Faperj, que prevê bolsas de pesquisa para alunos de pós-graduação, aquisição de armadilhas fotográficas e equipamentos laboratoriais, entre outros.

“Escolhemos ampliar os estudos sobre esses animais com base em dois critérios: são espécies ameaçadas de extinção e percebidas como emblemáticas, porque simbolizam o processo de impacto antrópico sobre a fauna. Consideradas detetives da paisagem, são complementares inclusive por seu deslocamento, alto no caso das onças, médio para os ungulados e baixo para os muriquis”, explica.

A definição dos locais de pesquisa, por sua vez, buscou entender os efeitos das paisagens com

“As espécies selecionadas são caracterizadas como espécies-chave por possuírem funções ecológicas essenciais para o ecossistema

características antrópicas diversas para a conservação dessas espécies, com estudos focados nos diferentes tipos de habitats, nas populações e na compreensão dos diferentes conflitos com seres humanos. Enquanto o bloco Linhares-Sooretama é mais extenso como floresta contínua, com áreas perturbadas e desmatadas ao seu redor, a região serrana possui matas fragmentadas, cuja soma das áreas dos fragmentos é maior do que a do bloco. Os municípios serranos estão situados na formação geomorfológica do Complexo Cristalino, com altitudes que variam de 200m a 1200m, no domínio fitogeográfico de Mata Atlântica Submontana e Montana (Santa Maria de Jetibá); Baixo-Montana, Submontana e Montana (Santa Teresa); e Baixo-Montana e Submontana (Santa Leopoldina). Já no complexo Reserva Natural Vale-Sooretama, de baixa altitude (até 100m), a vegetação se enquadra na definição de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas, conhecida como Floresta Atlântica dos Tabuleiros.

As espécies selecionadas são caracterizadas como espécies-chave

por possuírem funções ecológicas essenciais para o ecossistema, como reguladoras das populações de presas (no caso das onças), e dispersores de sementes, na condição de frugívoros, ajudando na manutenção e regeneração das florestas (no caso do muriqui e dos ungulados). Essas espécies ainda trazem, como contribuição indireta, a capacidade de sensibilização do público leigo, como espécies-bandeira carismáticas, que atraem a atenção do público, especialmente de crianças.

Objetivos

O projeto, que começou efetivamente em 2017 e vai até 2020, visa contribuir para a conservação desses mamíferos, desenvolvendo e difundindo modelos de pesquisa e conservação de fauna ameaçada em ambientes fragmentados, com o uso de estratégias de manejo populacional, manejo de habitat, educação ambiental e popularização científica.

Para isso, o primeiro passo foi adquirir a classificação do uso do solo da região a partir do produto cartográfico digital Ortofotomosaico IEMA 2012/2015, que contém imagens aéreas cedidas pelo

Instituto Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Espírito Santo (IEMA). “Isso nos permite estimar o número e tamanho de fragmentos e a conectividade possível entre eles. Uma de nossas propostas é definir os melhores caminhos para a movimentação das espécies, se for necessário criar novas conexões”, diz Sérgio Lucena.

Um modelo estocástico (que incorpora elementos probabilísticos) será usado, durante o trabalho, para cruzar informações sobre populações de animais com a área de fragmentação. Assim se estimará qual a probabilidade de uma espécie estar num determinado fragmento, a partir de uma simulação feita com base nas características da paisagem e na densidade populacional da espécie.

O estudo laboratorial e genético, feito por equipes da UFES e da Universidade Federal do ABC, permitirá a realização de análises importantes para todas as espécies. No caso dos muriquis, por exemplo, será possível descobrir se as populações são muito endogâmicas (quando o acasalamento é feito entre aparentados). A consanguinidade pode trazer consequências negativas, como animais menos aptos por falta de variabilidade genética, tornando necessária a translocação de indivíduos para promover o enriquecimento genético. Com a comparação entre animais de fragmentos diferentes, se avaliará

“ Ações mais lúdicas, como uma peça de teatro para crianças de até cinco anos e a realização de experiências de campo na RNV, com alunos de escolas da região, têm contribuído para a compreensão da importância da preservação da biodiversidade

a proximidade genética deles, para a definição da pertinência de fazer a translocação entre os grupos.

A fonte dos estudos genéticos, no caso dos queixadas e catetos, são os pelos; para as antas, as amostras fecais. A partir desses materiais biológicos, será possível estimar o grau de diversidade genética e de endogamia da população, testar a ocorrência de gargalos populacionais recentes e avaliar a estrutura populacional genética das espécies na paisagem Linhares-Sooretama.

Armadilhas fotográficas

O uso de armadilhas fotográficas, previsto na pesquisa, gera subsídios fundamentais para o estudo. A bióloga Andressa Gatti, que fez doutorado e pós-doutorado em “Biologia Animal” pela UFES, tem os ungulados como objeto de interesse desde a graduação. Coordenadora da pesquisa sobre esse grupo no projeto, ela informa que há mais de 30 mil imagens registradas

nas 48 armadilhas instaladas no bloco Linhares-Sooretama, em análise neste segundo semestre de 2018. “Em algumas câmeras temos quase 1.500 fotos. Avaliamos primeiro as duas mil imagens feitas entre janeiro e março de 2017, em locais de monitoramento escolhidos de forma aleatória, a partir de quadrículas de 4km². O sistema de quadrículas orienta a localização dos sítios e mantém a distância de 2km entre eles, para maximizar a probabilidade de registro da espécie. Um modelo matemático dá suporte ao trabalho (veja quadro na página 23) e permite mensurar a relação entre a presença e ausência das espécies e diversas variáveis, como a vegetação e a proximidade de rodovias”, esmiúça.

Na região serrana, também está sendo avaliado se a estrutura e a configuração de diferentes fragmentos florestais da região de Santa Maria de Jetibá afetam a diversidade funcional de espécies de médios e grandes mamíferos. Para isso, os pesquisadores fizeram uma análise de agregação hierárquica por similaridade ambiental de todos os

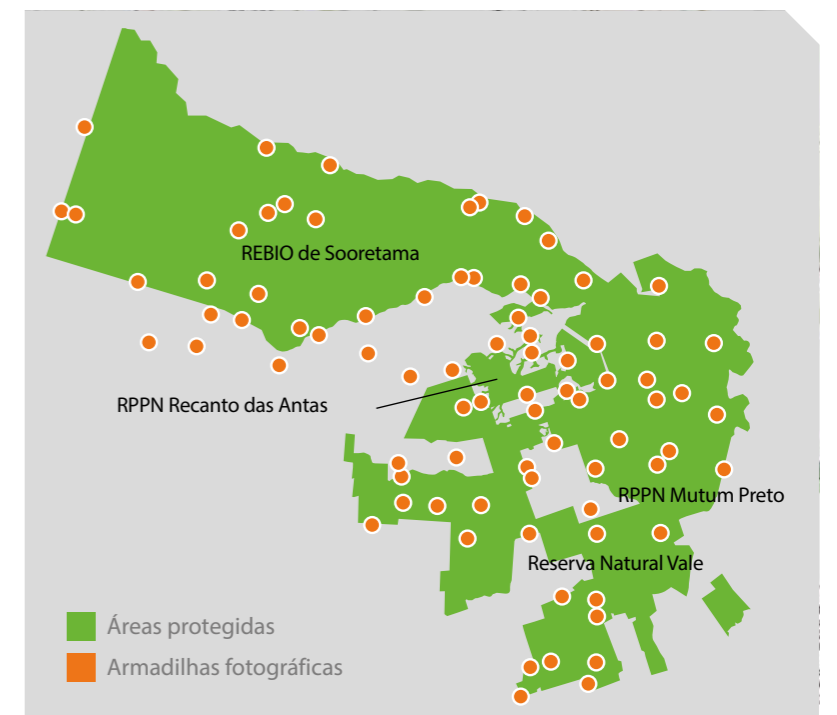
fragmentos florestais do município. Posteriormente, selecionaram 45 fragmentos florestais de características ambientais distintas, como tamanho, forma, área interior, conectividade e total de borda, entre outras.

Em cada fragmento florestal selecionado foi instalada uma armadilha fotográfica, para o monitoramento dos mamíferos de médio e grande porte. Até setembro de 2018 registraram-se 14 espécies, entre elas a paca (*Cuniculus paca*), o tamanduá-mirim (*Tamandua tetradactyla*), a jaguatirica (*Leopardus pardalis*), o cateto (*Pecari tajacu*) e o veado-catingueiro (*Mazama gouazoubira*).

Os pesquisadores utilizarão modelos lineares generalizados para comparar os valores encontrados para a diversidade funcional e a estrutura e configuração dos fragmentos florestais amostrados. Com essas análises, identificarão se a estruturação dos fragmentos florestais está afetando a diversidade funcional das comunidades locais de médios e grandes mamíferos. Posteriormente, os pesquisadores poderão indicar quais são as características prioritárias para os fragmentos florestais manterem a sobrevivência das espécies de médios e grandes mamíferos, garantindo a manutenção das funções ecossistêmicas.

Resultados parciais

Já foi possível saber que, nos cinco fragmentos de Mata Atlântica em que os muriquis estão sendo



Os pontos na cor laranja apontam os locais onde as armadilhas fotográficas foram armadas na região de Linhares-Sooretama

monitorados, o número de animais é maior do que a expectativa inicial. Estima-se a existência de cem indivíduos, de pelo menos dois grupos, algo especialmente importante na medida em que as fêmeas migram de grupo para procriar. Quanto mais grupos houver, maior a chance de expansão deles. Na primeira etapa de monitoramento de felinos em Santa Maria do Jetibá, não ocorreram registros de onças-pardas, segundo Marina Zanin, coordenadora desta ação. Mas foram identificadas três espécies de felinos silvestres: gato-do-mato-pequeno (*Leopardus guttulus*), jaguatirica (*Leopardus pardalis*) e jaguarundi (*Herpailurus yagouaroundi*).

Em relação ao estudo genético das antas, com base na extração de DNA das amostras fecais já foi possível estimar, até agora, 40 indivíduos na paisagem do Bloco Linhares-Sooretama. “Apesar da dificuldade em se trabalhar com amostras não invasivas, há uma grande expectativa na identificação de novos indivíduos. E, até o momento, os resultados revelaram diversidade genética moderada para os indivíduos analisados”, informa Andressa Gatti.

Na vertente de conscientização, houve visitas a 70 casas na região de Linhares-Sooretama, para encontros com os moradores, que receberam um calendário para anotar as datas de avistamento

de animais. Esse intercâmbio, coordenado pela bióloga Danielle de Oliveira e estendido a produtores rurais, trará elementos para a elaboração de um plano de redução de conflitos entre as pessoas e os animais. Ações mais lúdicas, como uma peça de teatro para crianças de até cinco anos e a realização de experiências de campo na RNV, com alunos de escolas da região, têm contribuído para a compreensão da importância da preservação da biodiversidade.

“O acesso à floresta pela Reserva Natural Vale é muito bom, assim como o apoio da equipe local e o trabalho conjunto que fazemos voltado para a educação e a difusão científica, que inclui o uso de redes sociais. Acredito que a parceria com empresas amplia as possibilidades de realização de pesquisas inovadoras, em benefício da sociedade”, avalia Andressa.

Os estudos também estão possibilitando o desenvolvimento acadêmico dos pesquisadores. Há no projeto um aluno de mestrado, quatro alunos de doutorado e um pós-doutorando, além de três graduandos que produzirão monografias em 2018 com base nas pesquisas realizadas. Em 2019, espera-se publicar os primeiros artigos científicos sobre o projeto. ■

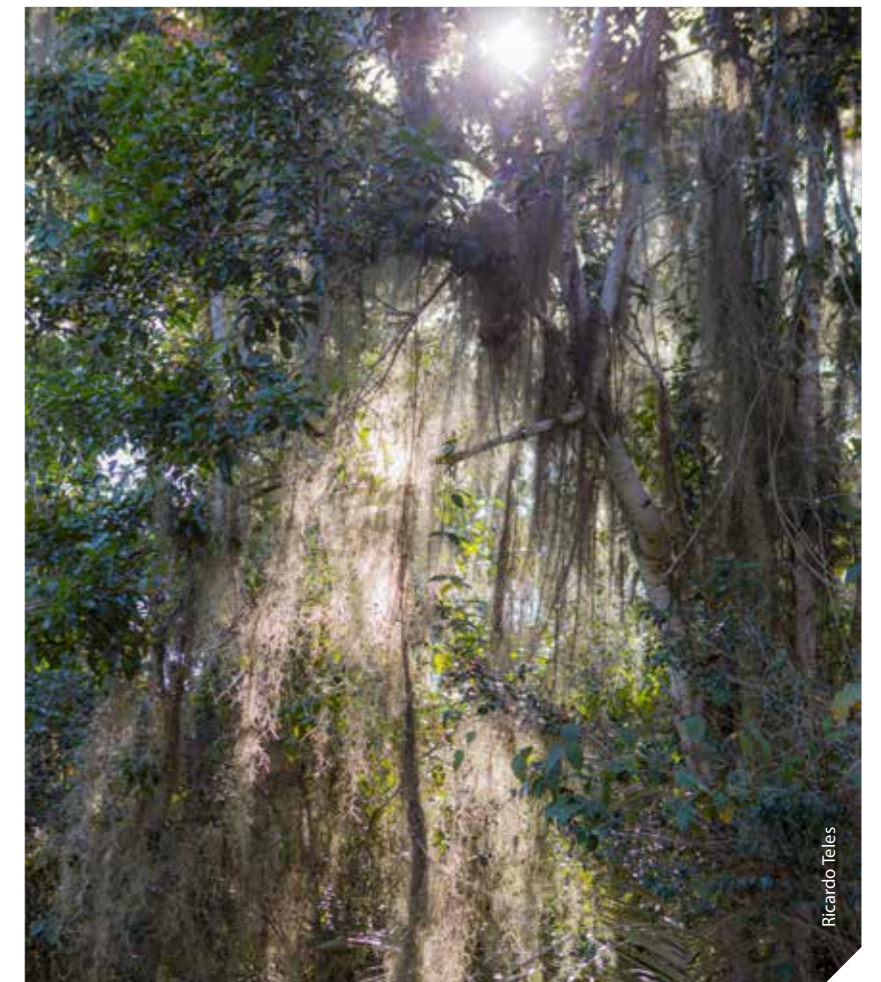
Pesquisadores		
Nome	Instituição	Título
Sérgio Lucena Mendes	Universidade Federal do Espírito Santo	Doutor
Yuri Luiz Reis Leite	Universidade Federal do Espírito Santo	Doutor
Ana Paula Cazerta Farro	Universidade Federal do Espírito Santo	Doutora
Leonora Pires Costa	Universidade Federal do Espírito Santo	Doutora
Andressa Gatti	Universidade Federal do Espírito Santo	Doutora
Alexine Keuroghlian	Wildlife Conservation Society Pantanal	Doutora
Cibele Biondo	Universidade Federal do ABC	Doutora
Danielle de Oliveira	Universidade Federal do Espírito Santo	Doutora
Francisco Palomares	Estación Biológica de Doñana	Doutor
Jade Huguenin Rios	Universidade Federal do Espírito Santo	Graduada
Karen Barbara Strier	University of Wisconsin	Doutora
Letícia Almeida Moura	Universidade Federal do Espírito Santo	Graduada
Maria Cecília Martins	Universidade Federal do Espírito Santo	Doutora
Marina Zanin	Universidade Federal do Maranhão	Doutora
Maria Otávia Crepaldi	Universidade Federal do Vale do São Francisco	Doutora
Paula Modenesi Ferreira	Universidade Federal do Espírito Santo	Graduada

Modelo de ocupação

Para a construção dos modelos de ocupação, são necessários dados coletados em campo – os registros de armadilhas fotográficas, no caso deste projeto. Para cada cinco dias de registros, uma ocasião é considerada, ou seja, durante o estudo de 50 dias, foi utilizado um total de 10 ocasiões. A partir daí, constrói-se a história de detecção para cada espécie (H) e para cada estação da armadilha fotográfica (site) de cada área, para cada ocasião de amostragem, utilizando-se uma matriz com codificação binária “0” ou “1”, onde “1” indica a detecção da espécie e “0” indica a não detecção.

Por exemplo: a história de detecção para o site i de uma espécie na primeira, segunda e quarta ocasiões ao longo de uma temporada (*season*) é codificada pelo vetor $H_i = 11010$ e a probabilidade de detecção é calculada por $Pr(H_i = 11010) = \Psi p_1 p_2 (1-p_3) p_4 (1-p_5)$, onde Ψ é o parâmetro para a probabilidade de ocupação e p_i é a probabilidade de detecção na ocasião de amostragem no site i .

Posteriormente, para definir a probabilidade de detecção e de ocupação de antas, catetos e queixadas utilizam-se programas disponíveis para este fim, como o Presence, Mark ou scripts para serem utilizados no programa R (*software* de programação estatística). A partir do histórico de detecção e das variáveis,



Área de estudo na Reserva Natural Vale

calculam-se as probabilidades de ocupação ψ (Ψ) e detecção (p), construindo-se diferentes modelos com diferentes combinações de variáveis. Após a construção de vários modelos possíveis, a análise fornece o ranking dos melhores modelos testados (ou seja, das melhores combinações das variáveis) para explicar a ocupação (presença) das espécies na paisagem como um todo.

As estimativas de ocupação e detecção são calculadas ao longo de regressões logísticas (função logit link) das variáveis predictoras. ■

Mais informações

Para entender melhor o modelo de ocupação, acesse <http://www.uvm.edu/rsenr/vtcfwru/spreadsheets/?Page=occupancy/occupancy.htm>.

Projetos de PD&I integrados para Recuperação de Áreas Degradadas

O desenvolvimento de projetos voltados a Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) na Vale gerou com o tempo resultados com potencial cada vez maior de integração, por suas características complementares. Em função dessa perspectiva, a empresa elaborou um modelo de gestão de programas de PD&I em Meio Ambiente, cujo objetivo é alcançar uma maior coordenação entre os projetos e, conseqüentemente, otimizar sua aplicação.

Tendo como base esta premissa, a aplicação do Programa na Recuperação de Áreas Degradadas (RAD) é um exemplo promissor. Os quatro projetos de pesquisa apresentados nas próximas páginas ilustram como a conexão de estudos pode trazer melhores resultados, de forma mais rápida e com menor custo. Construídos e contratados conjuntamente, por meio de parcerias

com instituições de ensino e pesquisa, dois dos projetos tratam da seleção de espécies nativas para a recuperação das áreas degradadas, um aborda conhecimento sobre solos e outro vai à frente, na questão do monitoramento dos processos de recuperação.

Os pesquisadores e as áreas operacionais da empresa envolvidos nos projetos têm trabalhado de modo integrado, compartilhando informações, metodologias, resultados e até os locais onde a pesquisa acontece, no campo. Além disso, outras iniciativas da empresa estão sendo consideradas no Programa, como a estrutura da Biofábrica, em Minas Gerais, e um projeto que utilizará o lodo de esgoto no processo de RAD.

Para internalizar os conhecimentos obtidos nos estudos de RAD, já ocorreram duas reuniões técnicas este ano, a última delas de maior

porte, o "I Encontro Técnico de RAD". Realizado na Mina de Águas Claras e no Centro de Tecnologia de Ferrosos (CTF), ambos em Nova Lima, Minas Gerais, o encontro permitiu a troca de experiências ao trazer para o mesmo espaço físico equipes de várias áreas de negócio da Vale, pesquisadores de universidades e especialistas da Renova e da Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM).

Nei Rivello, analista de Meio Ambiente da Gerência de Recuperação de Área Degradadas e Fechamento de Mina, que coordenou o encontro técnico, lembra que há um grande horizonte no que diz respeito aos estudos em RAD, por se tratar de uma área do conhecimento relativamente recente e de caráter multidisciplinar, envolvendo questões relacionadas à biologia, agronomia e climatologia, dentre outras. "Levamos aos

pesquisadores de projetos aprovados nos editais conjuntos da Vale e Fundações de Amparo à Pesquisa, em 2011, uma provocação, para que eles interagissem conosco na busca de novos estudos, com um viés mais direcionado ao atendimento das lacunas específicas da RAD minerária, do nosso dia a dia nas operações. Eles encararam a proposta como uma oportunidade, e o trabalho integrado vem mostrando resultados relevantes", afirma Rivello.

Para Ricardo de Oliveira, gerente de Meio Ambiente Corredor Sudeste, "promover a interação do Programa de RAD com novas pesquisas e novos projetos, entre Vale e universidades, nos permite inovar, buscando as melhores metodologias para o processo de recuperação, além do ganho ambiental de reabilitar áreas de operação e de compensação ambiental, retornando-as ao ambiente natural e formando corredores ecológicos. Esperamos alcançar mais qualidade nos serviços de recuperação de áreas e menor tempo de execução, pois, ao identificarmos previamente as melhores técnicas para cada área, aumentamos a efetividade do processo e diminuimos o retrabalho com a realização de novos plantios em áreas que não foram efetivas. O avanço tecnológico proporciona sustentabilidade para o processo de RAD. Ganhamos ainda com a atualização e a capacitação técnica dos profissionais Vale".

“ A empresa elaborou um modelo de gestão de programas de PD&I em Meio Ambiente, cujo objetivo é alcançar uma maior coordenação entre os projetos e, conseqüentemente, otimizar sua aplicação

Estruturação do modelo de programa

A metodologia projetada pela Vale promove a coordenação entre múltiplos atores e projetos de PD&I, priorizando o estabelecimento de sinergias dos resultados na temática de RAD. Para isso, estão sendo mapeados os desafios tecnológicos da empresa e o portfólio de projetos de PD&I em RAD, em execução na Vale, o que permitirá potencializar o aproveitamento dos conhecimentos já obtidos e a elaboração de novos resultados, bem como de treinamentos que disseminem, nas áreas operacionais, o saber produzido.

“Para que o conceito de programa seja alcançado, é preciso que haja sinergia e interconexão totais entre os desafios tecnológicos das áreas envolvidas e os projetos executados. Cada estudo do programa deve considerar os outros que o compõem e os pesquisadores devem atuar em conjunto, para que sejam obtidos

ganhos de tempo, custos menores e resultados mais robustos. Nossa tarefa, como acontece com sucesso em RAD, é identificar os projetos que podem de fato compor um programa e, a partir daí, coordená-los de forma a obter benefícios transversais, com foco na utilização dos seus resultados. A internalização do conhecimento adquirido, nesse contexto, é fundamental”, diz Edgar Sepúlveda, analista de Desenvolvimento Tecnológico.

“As áreas e profissionais da Vale interessados em replicar as metodologias de gestão de programas de PD&I ou inserir seus projetos no Programa de Recuperação de Áreas Degradadas podem entrar em contato com a Gerência de Tecnologia e Inovação para Sustentabilidade, pelo e-mail MAIS@vale.com”, complementa Domenica Blundi, especialista técnica de Cooperação em C&T e Acompanhamento de Projetos. ■

Estudo definirá espécies estruturantes para Recuperação de Áreas Degradadas

O projeto de pesquisa “Espécies de campos rupestres para utilização em Recuperação de Áreas Degradadas” foi apresentado pelo biólogo Geraldo Fernandes e contratado em conjunto pela Vale e a Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (Fapemig), em 2018. O estudo começou no início do ano, com prazo de conclusão previsto para 2020, e tem por objetivo contribuir para o conhecimento dos processos de restauração dos campos rupestres por meio da caracterização do ecossistema de referência – vegetação, solo e micorrizas (associação entre fungos e raízes) – e do potencial regenerativo do solo, com a utilização de fungos micorrízicos arbusculares. Visa também conhecer o espaço ocupado pela comunidade vegetal dos campos rupestres em termos da estrutura CSR, que avalia a capacidade de: competir com outras plantas (C); tolerar os estresses (S); e sobreviver à destruição parcial da biomassa (R).

Geraldo Fernandes é professor titular da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Com mestrado e doutorado pela Northern Arizona University, em “Ecologia” e “Ecologia Evolutiva”, respectivamente, o biólogo fez seu pós-doutorado na Stanford University. O projeto atual dá continuidade à pesquisa “Biodiversidade, ecoeficiência e sustentabilidade aplicados à restauração dos campos rupestres”, aprovada no edital Vale-Fapemig de 2010 e concluída em 2014.

“No primeiro trabalho, criamos parâmetros para germinação de espécies endêmicas e ameaçadas do campo rupestre. Conseguimos salvar duas espécies ameaçadas de extinção, inclusive. Agora, temos nosso foco em espécies estruturantes, aquelas facilitadoras e capazes de fomentar a biodiversidade no ambiente. O termo rupestre deriva de rocha e caracteriza

uma área em que o solo apresenta baixa qualidade nutricional, o que gera uma vegetação peculiar, já que é difícil para as plantas fincar raízes, crescer e produzir sementes. Ventos, pouca água e temperaturas que variam de 5 a 60 graus, na rocha, são bastante hostis. Apesar disso, há uma riqueza enorme nos campos rupestres, tão diversos quanto a Amazônia em número de espécies por área. Existem 6 mil espécies de plantas nesses campos, distribuídas por uma área que representa menos

de 0,8% do território brasileiro”, afirma o professor.

Etapas

Na primeira etapa do projeto de pesquisa atual, já finalizada, os pesquisadores estiveram em campo, em Minas Gerais, para fazer um levantamento das espécies que dão identidade ao local em quatro habitats distintos, caracterizadores da paisagem e por isso importantes: dois habitats de canga (nodular e couraçada) e dois de campo rupestre

quartzítico (campo arenoso e afloramento rochoso).

Foram coletadas amostras de solo, em 20 centímetros de profundidade, que serão analisadas conjuntamente pelos professores Igor Assis e Luiz Eduardo Dias, da Universidade Federal de Viçosa, coordenadores de estudos relacionados que integram o Programa de Recuperação de Áreas Degradadas. Ao mesmo

tempo, foram realizadas medidas fitossociológicas, como altura da planta e diâmetro a altura do solo (DAS) de todos os indivíduos vegetais dentro das áreas escolhidas no campo: dez áreas de 10m x 10m por sítio para estrato lenhoso e dez áreas de 1m x 1m por sítio para o estrato herbáceo.

A partir das análises das amostras de solo em laboratório, tanto físico-químicas quanto aquelas que preveem a extração de DNA e o sequenciamento

Espécies Estruturantes

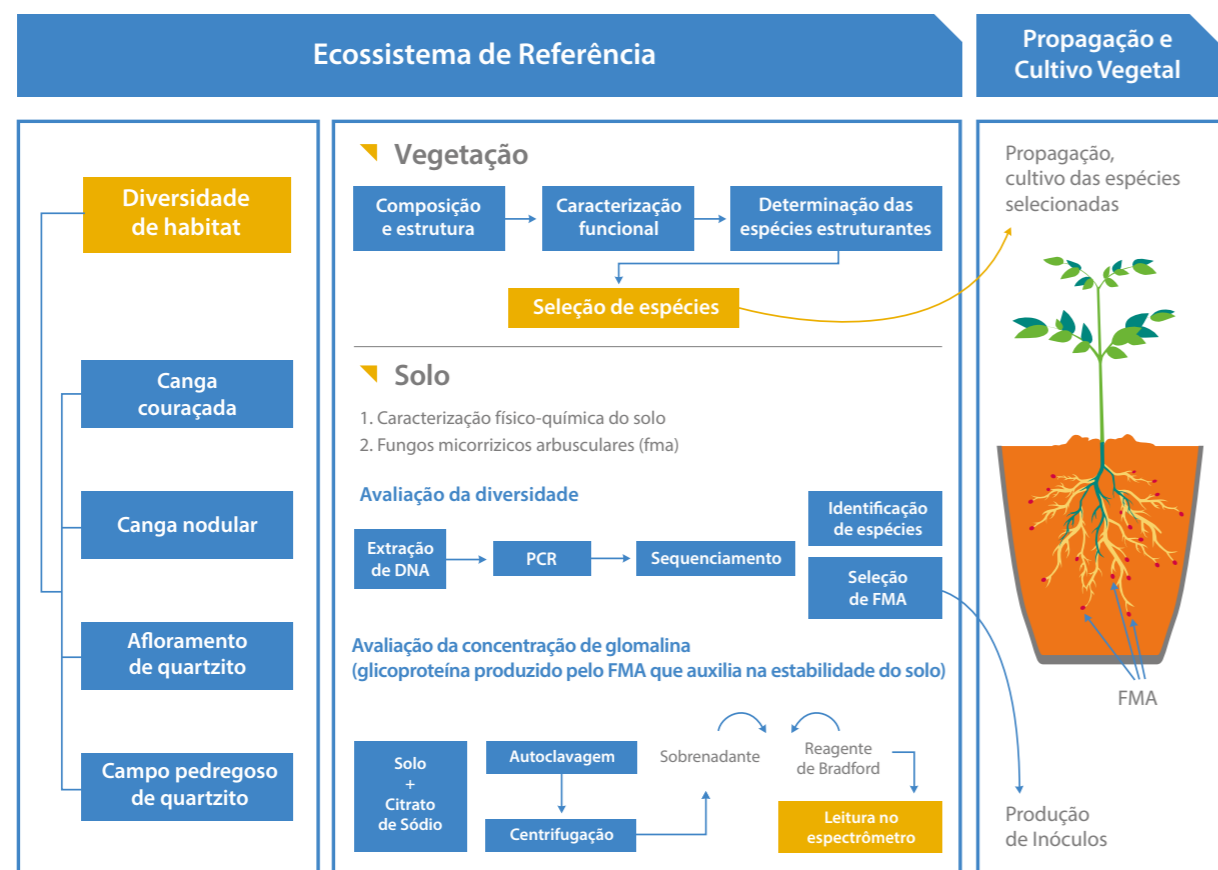
genético por PCR (reação em cadeia por polimerase) para se conhecer o DNA ambiental (veja quadro abaixo), os pesquisadores saberão quais micorrizas ocorrem naquela região de campo rupestre, quais são os elementos que compõem o solo e quais espécies foram capazes de colonizar o ambiente.

Micorrizas

“As micorrizas são importantes porque, ao longo de milhões de anos de evolução, criaram uma associação mutualística com as plantas. Elas recebem das plantas energia e

funcionam como uma extensão da raiz. Essa maior extensão aumenta a capacidade de absorção de elementos importantes do solo para a nutrição vegetal. A interação ainda aumenta a atividade e a diversidade de microrganismos heterotróficos (que dependem do consumo de material orgânico previamente formado) e contribui para a ampliação da biomassa microbiana, recuperando a atividade biológica e favorecendo o restabelecimento da ciclagem de nutrientes e a agregação do solo”, explica Geraldo.

A bióloga Yumi Oki, que integra a equipe do estudo, complementa informando que, com base na identificação das espécies de micorrizas, poderá avaliar quais delas favorecerão o estabelecimento e o desenvolvimento da vegetação em áreas degradadas. “Os fungos micorrízicos também produzem glomalina, uma glicoproteína relacionada com a estabilidade dos agregados e o estoque de carbono. Essa substância auxilia na estabilidade e descompactação do solo”, ensina.



O esquema permite a visualização gráfica das diversas fases do estudo, que tem suas etapas laboratoriais realizadas na própria UFMG e em parceiros, como a Fiocruz, no caso da extração e sequenciamento de DNA. Uma característica dos campos rupestres levada em consideração em cada fase é a diversidade de ambientes edáficos (relativos ao solo) e o mosaico de vegetação associada, como resultado de uma miríade de filtros ecológicos e geomorfológicos.

Novos passos

O passo seguinte é escolher, com o respaldo da pesquisa, até três espécies estruturantes em cada tipo de habitat e produzir mudas de cada uma delas a partir da coleta de frutos maduros em campo. A definição de espécies estruturantes leva em conta o estudo do ecossistema de referência – existente, pré-existente ou hipotético –, que serve como imagem de orientação para projetos de restauração. Ou seja: próprias de cada local e capazes de alterar o microambiente do solo, modificar a superfície, interferir na drenagem e produzir serapilheira (camada formada pela deposição de restos de plantas e acúmulo de material orgânico vivo em diferentes estágios de decomposição), sustentando também a fauna especializada, essas espécies possibilitarão uma recuperação mais eficiente de áreas degradadas, com ganhos ambientais, de tempo e de custo.

“Isso é importante para a Vale. Hoje temos um conjunto padrão de espécies (“mix”) para revegetação, que funciona bem em alguns pontos e de forma não tão eficiente em outros. Saberemos agora quais são as espécies-chave, as mais interessantes para o desenvolvimento de cada área”, diz Luiza Vieira, analista ambiental responsável pela Biofábrica da empresa, local de reprodução de espécies nativas, em Minas Gerais.



▶ Geraldo Fernandes, nos campos rupestres da Serra da Calçada



▶ Yumi Oki, com diferentes exemplares de solo de campos rupestres

A pesquisa contempla ainda a criação de uma modelagem pela qual será determinada a melhor sequência de inserção dessas plantas na área degradada e de sua propagação em viveiro, após a produção de um protocolo de germinação. Ao longo das etapas, haverá a internalização na Vale do conhecimento obtido, por meio de workshops e encontros entre empregados e pesquisadores, que tratarão de temas como perfil nutricional das plantas; adubação correta e uso de nutrientes em quantidade e qualidade ideais; espécies selecionadas que apresentam melhor performance para plantio; detalhamento da relação entre micorrizas e espécies do campo rupestre; e monitoramento de longo prazo relativo à performance das plantas.

“Para nós, da universidade, essa parceria com empresas permite o desenvolvimento de pesquisas que, de outra forma, levariam muito mais tempo para ser realizadas. Além de viabilizar a compra de equipamentos e contribuir para a formação profissional de pesquisadores. No projeto atual, temos três mestrados, quatro graduandos e, indiretamente, mais quatro doutorandos envolvidos. Para a Vale, é uma oportunidade de lidar com pessoas inquietas intelectualmente e de alta capacidade criativa, que sempre vão além das premissas originais”, avalia Geraldo Fernandes. ■

Mais informações

Nos links a seguir, você encontra mais informações sobre a pesquisa e estudos relacionados:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0929139311002204>,
https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-29808-5_8
 e https://cdn.ymaws.com/www.ser.org/resource/resmgr/custompages/publications/ser_publications/opportunities_for_integratin.pdf.

Pesquisadores		
Nome	Instituição	Título
Geraldo Wilson Fernandes	Universidade Federal de Minas Gerais	Doutor
Yumi Oki	Universidade Federal de Minas Gerais	Doutora
Daniel Negreiros	Centro Universitário UNA	Doutor
Thaíse Bahia	Universidade Federal de Minas Gerais	Doutora
Vanessa Gomes	Universidade Federal de Minas Gerais	Mestre
Jéssica Cunha	Universidade Federal de Minas Gerais	Graduada
Dario Paiva	Universidade Federal de Minas Gerais	Graduado
Julio Cesar Santiago	Universidade Federal de Minas Gerais	Graduado
Maria Luiza Abatemarco	Universidade Federal de Minas Gerais	Graduada

Caminhos para aperfeiçoar a Recuperação de Áreas Degradadas

Escolhido para integrar o grupo de projetos de pesquisa do Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (RAD), o estudo “Recuperação ambiental de áreas mineradas no Quadrilátero Ferrífero”, coordenado pelo professor Luiz Eduardo Dias, da Universidade Federal de Viçosa (UFV), começou a ser desenvolvido este ano, por meio do edital conjunto da Vale e Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (Fapemig), de 2017.

O trabalho atual está baseado, principalmente, no conhecimento adquirido em um projeto de pesquisa anterior, selecionado no edital Vale-Fapemig de 2010, sobre “Recuperação ambiental de áreas de extração de minério de ferro”. Este estudo, concluído em 2016, foi realizado em Carajás e no Quadrilátero Ferrífero, e teve como

um de seus resultados a seleção de espécies para revegetação de bacias de depósitos de rejeitos de minério, levando em conta questões como dosagens de adubação e métodos de semeio.

Agora, os objetivos são promover atividades para internalização de resultados já obtidos em outras pesquisas; realizar cursos, treinamentos e eventos para capacitação do corpo técnico da Vale; montar e conduzir experimentos para avaliar técnicas de recuperação com uso de fontes de matéria orgânica, em diferentes ambientes da mineração de ferro na região de Nova Lima (MG); utilizar espécies estruturantes (facilitadoras e capazes de fomentar a biodiversidade no ambiente), nativas de campos rupestres, selecionadas pelo Grupo de Pesquisa em Ecologia da Universidade

Federal de Minas Gerais (UFMG) e pelo professor Eduardo Gusmão, da UFV; e determinar a demanda por nutrientes dessas espécies para subsidiar a fertilização.

Luiz Eduardo Dias é agrônomo e fez a graduação, o mestrado e o doutorado na Universidade Federal de Viçosa, estudando o tema “Solos e Nutrição de Plantas”. Seu pós-doutorado aconteceu em 1999, na University of Maryland, nos Estados Unidos, e de julho de 2014 a setembro de 2018 ele foi diretor-presidente da Fundação Arthur Bernardes (FUNARBE), instituição de apoio à UFV. Desde a década de 1990, tem como objeto principal de interesse a pesquisa em RAD, sendo, inclusive, um dos fundadores da Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas e criador da primeira disciplina de pós-graduação sobre o tema na UFV, em 1995.

Nivelamento

“Começamos o projeto pela internalização dos conhecimentos gerados no passado, para difundi-los na Vale, o que permitirá um nivelamento das equipes e a padronização de processos e protocolos. A primeira etapa desse trabalho foi o levantamento de dados, inclusive por meio dos relatórios enviados pela empresa aos órgãos ambientais ao longo do tempo. Já existe um grande volume de informações sobre RAD na Vale”, afirma Luiz Eduardo.

Os cursos e treinamentos, que começaram no segundo semestre de 2018 e seguirão por 2019, tratam dos seguintes temas: conhecimentos básicos de fertilidade do solo e nutrição de plantas; o papel da matéria orgânica nas características físicas, químicas e biológicas do solo; análise foliar como ferramenta para avaliação do estado nutricional e otimização de adubação; e processos na revegetação de taludes e de depósitos de rejeito com base nos conhecimentos adquiridos e experiências da Vale.

A capacitação será destinada aos integrantes das equipes técnicas de RAD na empresa. “A análise visual da planta permite, por exemplo, a identificação de possíveis deficiências nutricionais. Os treinamentos farão com que os técnicos se dirijam ao campo com outro olhar”, aposta o professor.



Luiz Eduardo Dias, agrônomo e professor da Universidade Federal de Viçosa

“Começamos o projeto pela internalização dos conhecimentos gerados no passado, para difundi-los na Vale, o que permitirá um nivelamento das equipes e a padronização de processos e protocolos

Segunda vertente

Uma segunda vertente do estudo está baseada em experimentos que visam a seleção de espécies para revegetação de campos rupestres ferruginosos, ecossistema de solos extremamente pobres, com um terço de espécies vegetais endêmicas, em variado grau de raridade e com diferentes estratégias de vida. Como os ambientes formados após a mineração são caracterizados por apresentar baixa resiliência, o início dos experimentos terá como focos o solo e o substrato que darão suporte ao desenvolvimento da vegetação.

“As atividades iniciais de recuperação devem ser aquelas que possibilitem acelerar o processo natural de pedogênese (processo de formação) do substrato presente na área. A presença de solo, estruturado e com capacidade de retenção de água e nutrientes, é fundamental para a autossustentabilidade futura”, explica o professor.

Assim, amostras deformadas e indeformadas do solo serão coletadas de unidades experimentais, representativas

dos campos rupestres. As avaliações físicas dos substratos compreenderão determinação da granulometria, densidade relativa (compactação), macro e microporosidade e porosidade total, resistência à penetração, capacidade de retenção de água e condutividade hidráulica.

A análise química determinará os teores disponíveis de P, Na, K e S; teores trocáveis de Ca²⁺, Mg²⁺, Al³⁺ e H⁺Al; teores disponíveis dos micronutrientes B, Fe, Mn e Zn; teor de matéria orgânica; teores totais de As, Cd, Pb e Ni; determinação do pH em água e em KCl; e determinação da condutividade elétrica na pasta de saturação (ponto máximo

de saturação de água no solo). A avaliação biológica consistirá na determinação da respiração basal (evolução de CO₂), carbono da biomassa microbiana e cálculo dos índices de quociente microbiano e metabólico. Dentre as variáveis relacionadas à vegetação, serão avaliadas a biomassa produzida, o crescimento e a área basal.

Experimentos

Os dois primeiros experimentos, montados em uma cava exaurida e em uma pilha de estéril, medirão o efeito de três fontes de matéria orgânica a serem selecionadas conforme a disponibilidade de material. No entanto, o foco é utilizar materiais de menor custo e que possam agregar

Pesquisadores		
Nome	Instituição	Título
Luiz Eduardo Dias	Universidade Federal de Viçosa	Doutor
Igor Rodrigues de Assis	Universidade Federal de Viçosa	Doutor
Maísa Quintiliano Alves	Universidade Federal de Viçosa	Graduada

carbono ao sistema. “Possivelmente trabalharemos com uma fonte comercial de composto orgânico, misturado com lodo de esgoto, além de solo superficial (topsoil)”, informa o pesquisador. Nos experimentos será avaliado o crescimento das diferentes espécies plantadas e daquelas oriundas da regeneração natural, que possam ser de interesse para os programas de plantio.

As espécies definidas pelo grupo de pesquisa coordenado pelo professor Geraldo Fernandes (UFMG), e àquelas selecionadas pelo professor Eduardo Gusmão (UFV), se somarão plantas já selecionadas pela Vale, em trabalhos anteriores, como alecrim, marica, *Sesbania candeia* e macela. Serão analisadas quatro diferentes misturas de espécies para o experimento de talude de corte (cava exaurida) e outras quatro misturas para o experimento na pilha de estéril (talude), conforme a disponibilidade de sementes na época do plantio.

Por fim, experimentos em casa de vegetação (estrutura coberta e abrigada para proteger as plantas contra agentes meteorológicos externos) terão como objetivo estudar a demanda de nutrientes de espécies pré-selecionadas (presentes no primeiro experimento). Isto é relevante para a otimização dos trabalhos de fertilização e a geração de conhecimento quanto à demanda de nutrientes e tolerância à acidez e compactação de espécies nativas do Quadrilátero Ferrífero. Um experimento empregará solução

hidropônica como meio de cultivo das espécies. No outro, o solo será utilizado como meio para crescimento das plantas, o que possibilitará o estudo das relações planta-substrato quanto à demanda de nutrientes. Após o término do período experimental, de 120 a 150 dias, as plantas serão cortadas, divididas em partes (aérea e raiz), secas em estufa de circulação forçada de ar a 65 graus, por 48 horas. Posteriormente, haverá a determinação dos macro e micronutrientes das amostras.

Como produto final dos estudos, cartilhas e manuais serão elaborados com uma listagem de espécies sugeridas para a revegetação de diferentes ambientes gerados pela extração de minério. Haverá também tabelas de faixas críticas de teores de nutrientes foliares sugeridos para mudas de espécies nativas do Quadrilátero Ferrífero.

“Do ponto de vista de inovação, nossa pesquisa busca, entre outros pontos, avaliar que fontes de matéria orgânica podem contribuir para acelerar o processo de pedogênese nos substratos remanescentes da mineração no Quadrilátero Ferrífero. Outra grande lacuna nos processos de recuperação ambiental, que pretendemos suprir, é o conhecimento sobre a demanda nutricional de diferentes espécies nativas da fitofisionomia de campo rupestre ferruginoso. Nesses estudos, temos a chance de trabalhar com pesquisadores de áreas correlatas e complementares. Além do professor

Geraldo Fernandes, tenho interação com os estudos dos professores Eduardo Gusmão e Igor Rodrigues. O Igor faz parte da equipe do meu projeto, inclusive, assim como eu faço parte da equipe dele. Nossas formações e experiências darão mais consistência e agilidade ao processo. Cabe lembrar também a contribuição para a formação profissional na universidade: há dois estudantes de mestrado e dois de iniciação científica no meu projeto. A pesquisa em RAD no Brasil é recente, uma ciência nova que ganhará muito com essa integração”, garante Luiz Eduardo. ■

Glossário de elementos químicos

Al – Alumínio
As – Arsênio
B - Boro
Ca – Cálcio
Cd – Cádmio
Fe – Ferro
H – Hidrogênio
K – Potássio
KCl – Cloreto de potássio
Mg – Magnésio
Mn - Manganês
Na – Sódio
Ni - Níquel
P – Fósforo
Pb – Chumbo
S – Enxofre
Zn - Zinco

Seleção de gramíneas nativas para utilização em RAD

A pesquisa científica “Desenvolvimento de metodologia para recomposição vegetal de áreas impactadas pela mineração de ferro utilizando gramíneas nativas resistentes”, coordenada pelo professor Eduardo Gusmão, da Universidade Federal de Viçosa (UFV), campus da cidade de Florestal, integra o Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (RAD). O trabalho atual deriva de um estudo anterior, realizado por meio do edital conjunto da Vale e Fundações de Amparo à Pesquisa do Pará, Minas Gerais e São Paulo, lançado em 2010.

Na primeira iniciativa, pesquisas em laboratório permitiram identificar espécies de gramíneas tropicais com satisfatório desempenho fisiológico e crescimento em solos com rejeitos, capazes de acumular

quantidades potencialmente fitotóxicas de elementos que ocorrem naturalmente nos solos regionais (como ferro e manganês, entre outros), sem apresentar alterações fisiológicas e morfológicas expressivas em seus tecidos.

Desde 2015, com previsão de término em 2019, uma equipe liderada por Eduardo Gusmão (veja quadro na página 36) busca, por meio de experiências em campo

e em casa de vegetação (estrutura abrigada que protege as plantas contra agentes meteorológicos exteriores), desenvolver uma metodologia confiável e que possa ser facilmente replicada para recomposição da cobertura vegetal nativa em áreas degradadas por mineração de ferro. Para isso, trabalha com as gramíneas resistentes já identificadas.

O professor Eduardo Gusmão é biólogo por formação e tem

“ Propomos uma mudança de paradigma, inovadora para o segmento mineral

Gramíneas

doutorado em “Fisiologia Vegetal” pela UFV. Atuando de forma coordenada com os demais pesquisadores do Programa de RAD, ele diz que “propomos uma mudança de paradigma, inovadora para o segmento mineral. O conhecimento sobre as espécies e os atributos físicos e ambientais nas áreas criará subsídios para a definição de quais espécies podem ser utilizadas em cada local, o que diminuirá o tempo de recuperação e aumentará a eficiência do processo”.

A pesquisa está em fase adiantada. Já houve, entre dezenas de etapas e subetapas planejadas, estudos abrangendo os seguintes temas: ecofisiologia da germinação de gramíneas resistentes e sua resposta ao estresse hídrico; ação de ácidos húmicos (produzidos a partir da biodegradação da matéria orgânica morta) no crescimento e metabolismo fisiológico de gramíneas nativas; colonização e desenvolvimento de fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) em substratos de rejeito de mineração; e caracterização morfológica e análise de crescimento vegetal (veja quadro com organograma dos estudos ao lado).

“As gramíneas proporcionam o início do processo de sucessão ecológica, favorecendo a introdução de outras espécies ou a colonização natural da área. Como espécies exóticas podem causar desequilíbrio na biodiversidade do ambiente, atuamos para selecionar espécies

nativas com capacidade de competir com as exóticas, para utilizar de forma eficiente recursos como nutrientes e estabilizar o substrato”, explica Eduardo Gusmão. Com base no trabalho feito até aqui, duas espécies mostraram crescimento satisfatório em todas as condições de teste e já foram selecionadas – *Setaria parviflora* e *Paspalum densum*.

A pesquisa tem trazido, para a universidade, a oportunidade de qualificar seus recursos humanos, ao respaldar a realização de um pós-doutorado e dois mestrados, além de viabilizar quatro bolsas de iniciação científica. Por meio do estudo, a

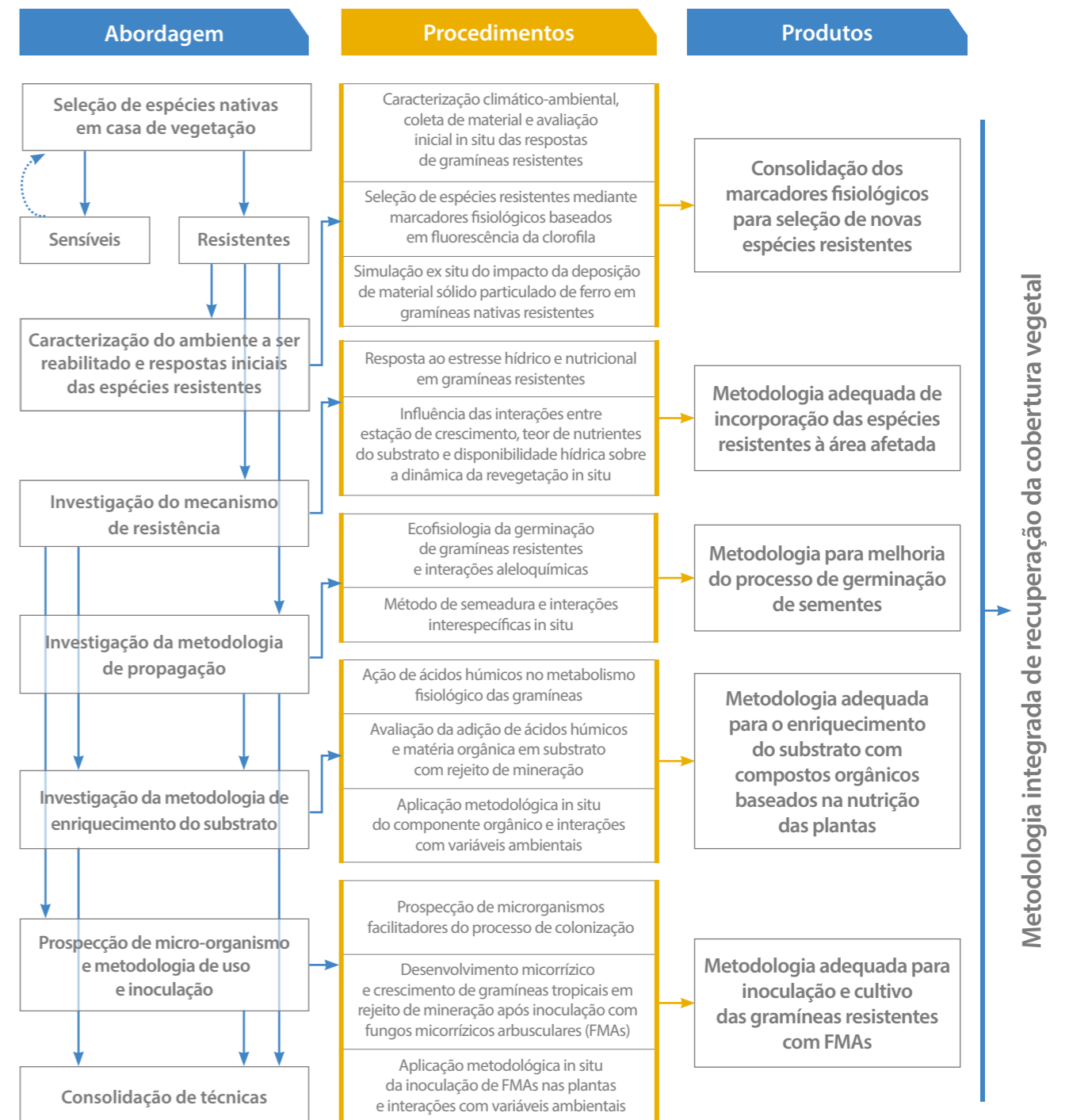
UFV ainda teve a oportunidade de adquirir, para seus laboratórios, equipamentos importantes para o avanço científico em RAD. ■

Mais informações

Para saber mais sobre o tema, acesse <http://www.locus.ufv.br/bitstream/handle/123456789/7794/texto%20completo.pdf?sequence=1>, <http://dx.doi.org/10.15244/pjoes/68429> e <http://www.locus.ufv.br/bitstream/handle/123456789/10614/texto%20completo.pdf?sequence=1&isAllowed=n>.

Pesquisadores		
Nome	Instituição	Título
Eduardo Gusmão	Universidade Federal de Viçosa	Doutor
Luzimar Campos	Universidade Federal de Viçosa	Doutora
Maria Catarina Megumi	Universidade Federal de Viçosa	Doutora
Marius Altoé Baldotto	Universidade Federal de Viçosa	Doutor
Advânio Siqueira	Universidade Federal de Viçosa	Doutor
Marliane Soares	Universidade Federal de Viçosa	Doutora
Talita Oliviera	Universidade Federal de Viçosa	Doutora

Organograma da pesquisa científica



Índice permitirá monitoramento de RAD

O monitoramento do estágio de Recuperação de Áreas Degradadas (RAD) é uma etapa muito importante do processo de desenvolvimento do trabalho em RAD, porque gera informações tecnicamente confiáveis para que a empresa mantenha seu planejamento de ação ou faça eventuais correções de rumos, além de embasar os relatórios enviados aos órgãos ambientais, cada vez mais atentos a essa questão.

Por isso, o projeto científico “Monitoramento dos processos de recuperação de áreas mineradas no Quadrilátero Ferrífero”, coordenado pelo professor Igor Rodrigues de Assis, da Universidade Federal de Viçosa (UFV), foi iniciado em 2018 como parte integrante do Programa de RAD. O estudo é inovador na Vale e será realizado até o ano de 2020, com o objetivo de criar um índice

de recuperação específico para o Quadrilátero Ferrífero, em Minas Gerais. Nesse sentido, estão previstos a elaboração de um guia prático para monitoramento de áreas em processo de recuperação; o treinamento de equipe técnica da empresa para a realização de monitoramento; e o levantamento de parâmetros balizadores e indicadores do status da recuperação ambiental, caracterizados pela vegetação e solo de diferentes áreas em processo de recuperação.

Igor Rodrigues graduou-se em Engenharia Agrícola e Ambiental pela UFMG e tem mestrado e doutorado em “Solos e Nutrição de Plantas”, pela instituição. Ele acredita que os resultados do estudo poderão ser aproveitados em outras áreas, inclusive fora do Quadrilátero Ferrífero, “na medida em que o arcabouço tecnológico da pesquisa será facilmente replicável, com adaptações a cada ambiente”.

Sobre a metodologia desenvolvida, o professor explica que drones farão imagens em alta definição, georreferenciadas e interpretadas por *softwares*, o que possibilitará análises mais robustas da vegetação, como o cálculo de seu volume, informação muitas vezes mais importante do que apenas a superfície coberta. Após esta fase, serão realizadas análises de sobrevivência e biometria das espécies arbóreas nativas; será estimada a fauna do solo; quantificado o fluxo de CO₂ e o carbono orgânico do solo; e avaliado o grau de autossuficiência do sistema após a introdução das espécies. Haverá ainda a análise de outras variáveis relacionadas ao solo, como fertilidade, elementos totais (As, Pb, Cd, Fe e Mn), carbono e nitrogênio da biomassa microbiana, estabilidade de agregados e capacidade de retenção de água.

“Teremos um forte componente estatístico na pesquisa. A análise

“ Os resultados do estudo poderão ser aproveitados em outras áreas, inclusive fora do Quadrilátero Ferrífero, na medida em que o arcabouço tecnológico da pesquisa será facilmente replicável, com adaptações a cada ambiente

Pesquisadores		
Nome	Instituição	Título
Igor Rodrigues de Assis	Universidade Federal de Viçosa	Doutor
Luiz Eduardo Dias	Universidade Federal de Viçosa	Doutor
Maísa Quintiliano Alves	Universidade Federal de Viçosa	Graduada
Gustavo Barbosa	Universidade Federal de Viçosa	Doutor
Geraldo Fernandes	Universidade Federal de Minas Gerais	Doutor
Fernanda Zeidan	Universidade Federal de Viçosa	Mestre

matemática dos dados obtidos, o uso de novas tecnologias e a integração com os estudos dos demais pesquisadores do Programa de RAD darão os subsídios de que necessitamos para elaborar um índice tecnicamente robusto. Cabe ressaltar, ainda, a ótima interação que

temos com as equipes da Vale, a perspectiva de internalização do conhecimento na empresa e a oportunidade de contribuir para a formação de novos pesquisadores. Em nosso estudo, há uma estudante de mestrado e dois bolsistas de iniciação científica”, destaca Igor. ■

Conhecimento compartilhado

Para mais informações sobre pesquisas relacionadas ao tema, leia <http://www.locus.ufv.br/handle/123456789/1604>.

Glossário de elementos químicos

- As – Arsênio
- Cd – Cádmi
- Fe – Ferro
- Mn - Manganês
- Pb – Chumbo

Lodo de esgoto sanitário como solução em RAD

Integrado ao Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (RAD), o “Estudo de viabilidade de aplicação de lodo de esgoto na Recuperação de Áreas Degradadas no Quadrilátero Ferrífero”, desenvolvido internamente pela analista de Meio Ambiente da Vale Roberta Guimarães, vem sendo realizado desde 2016, com resultados promissores.

A pesquisa científica busca, entre outros objetivos, comparar os teores de matéria orgânica e de macro e micronutrientes existentes no composto orgânico convencionalmente usado pela Vale e no lodo de esgoto. Além disso, foram definidas doses, tanto do lodo quanto do composto orgânico atualmente empregado, com o intuito de aumentar para 2% o teor de matéria orgânica nos solos e no substrato mineral (estéril) comumente encontrados na região. Isso poderá trazer uma diminuição significativa de custos para a empresa, na medida em que

reduzirá a compra de fontes de matéria orgânica e, por outro lado, evitará os gastos com o transporte do lodo de esgoto produzido pela Vale, para aterros sanitários.

Há também ganhos ambientais muito importantes, pelo reaproveitamento do material. Nos mais de 10 mil hectares de áreas aptas a receber o lodo de esgoto sanitário (58,5% da área total, segundo o cenário proposto pelo estudo) seria possível aplicar quase 350 mil toneladas de lodo, o que representa uma massa 500 vezes maior do que a produção das estações de tratamento da Vale em Minas Gerais e da ETE Betim da Companhia de Saneamento de Minas Gerais (Copasa).

Roberta Guimarães é geógrafa por formação e concluiu seu mestrado na Universidade Federal de Minas Gerais, no segundo semestre de 2018, utilizando o estudo como tema de sua dissertação. Ela explica que o lodo de esgoto sanitário é um resíduo de composição

predominantemente orgânica, obtido ao final do processo de tratamento dos esgotos e amplamente empregado no exterior na recuperação de solos. Nos Estados Unidos, 45% das 8 milhões de toneladas de matéria seca de lodo de esgoto sanitário geradas por ano são aplicadas em solos para produção agrícola, florestal e em RAD. “O lodo de esgoto sanitário possui teores de matéria orgânica que aumentam a fertilidade dos solos. Com 2% de matéria orgânica o solo já reduz sua susceptibilidade a processos erosivos e melhora suas características físicas como macro e microporosidade”, afirma Roberta.

Para a realização do experimento que testaria essa premissa, utilizaram-se amostras de cambissolos e estéril de pilha provenientes da mina de Capitão do Mato, em Nova Lima, e amostras de latossolos provenientes das imediações da mina de Timbopeba, em Ouro Preto, ambos em Minas

“ O lodo de esgoto sanitário possui teores de matéria orgânica que aumentam a fertilidade dos solos. Com 2% de matéria orgânica o solo já reduz sua susceptibilidade a processos erosivos e melhora suas características físicas

Gerais. Os tipos de solos foram escolhidos em função de sua representatividade no Quadrilátero Ferrífero. O lodo considerado para o teste é proveniente de estações de tratamento de esgoto (ETE) da própria Vale e da Copasa.

As análises laboratoriais de caracterização dos solos e estéril avaliaram, como variável inorgânica, a quantificação de concentrações totais de elementos como arsênio, bário, cádmio e chumbo. Em relação à variável orgânica, foram monitoradas substâncias

como benzenos clorados, hidrocarbonetos aromáticos policíclicos e fenantreno. A análise da fertilidade nos solos/substrato incluiu o teor de matéria orgânica, macronutrientes, micronutrientes e condutividade elétrica. No que diz respeito à qualidade sanitária, o monitoramento levou em conta ovos viáveis de helmintos, por serem os organismos patogênicos de mais difícil remoção. Para análise do potencial agrônomo, foram avaliados os teores de carbono orgânico, fósforo total, nitrogênio (nitrato/nitrito), pH e potássio total.

“Durante esse processo, fizemos a semeadura com um “mix” de plantas utilizado em RAD na Vale, com excelentes resultados. Houve aumento de teor de matéria orgânica no solo, não ocorreu lixiviação de metais pesados e a vegetação que cresceu com o uso de lodo de esgoto foi mais robusta do que a que se desenvolveu com o composto orgânico empregado normalmente, nas mesmas condições de adubação. De acordo com estimativas efetuadas a partir da demanda e dos custos, concluímos que, caso seja feita a substituição do composto orgânico utilizado por lodo de esgoto sanitário, haverá uma economia significativa em relação ao custo atual, uma vez que parte dos custos com a recuperação de áreas degradadas é relativa à compra de matéria orgânica”, detalha Roberta. ■

“ Há também ganhos ambientais muito importantes, pelo reaproveitamento do material

Biofábrica da Vale reproduz espécies nativas

A Vale inaugurou, em 2015, a primeira Biofábrica do setor mineral especializada na conservação e reprodução de espécies botânicas da flora nativa. Localizada no Centro de Tecnologia de Ferrosos, em Nova Lima, Minas Gerais, a Biofábrica dispõe de um laboratório em que são mantidas as condições ideais de nutrição, temperatura e luminosidade para garantir o desenvolvimento das mudas, em ambiente protegido. Isso permite que as sementes coletadas em campo sejam quase que inteiramente aproveitadas, ao contrário do que ocorreria na natureza, onde muitas não germinam.

Em um primeiro momento, deu-se prioridade às espécies raras e às ameaçadas de extinção, sobretudo de campos rupestres (ambientes mais severos), com foco em orquídeas, bromélias e cactos. “Hoje temos novos desafios. Queremos produzir também espécies arbóreas, por exemplo, que ainda não dispõem de um protocolo



Centro de produção de mudas da Vale

definido para o desenvolvimento em laboratório. Fizemos testes muito bem-sucedidos com o ipê-amarelo. Temos a intenção, ainda, de ampliar a produção a partir de tecidos das plantas, sem que seja necessária a coleta de sementes, possível apenas em determinados períodos do ano”, afirma Luiza Vieira, analista de Meio Ambiente responsável pela Biofábrica.

Ela conta que recebe pesquisadores de universidades e outras instituições interessados em estudos ambientais, e trabalha de forma integrada com as equipes que atuam no Programa de Recuperação de Áreas Degradadas. “Pesquisas como a que criará indicadores científicos para o monitoramento dessas áreas nos auxiliarão tanto no que diz respeito à

precisão das informações apresentadas aos órgãos ambientais quanto em nossa própria percepção do estágio de maturidade da recuperação, importante para balizar nossas iniciativas”, ressalta. Além disso, existe a intenção de internalizar na Biofábrica as espécies que forem eleitas nas pesquisas de campo rupestre.

Atualmente, a Biofábrica possui 40 mil exemplares em processo de aclimação, pela diminuição de nutrientes e déficit de água, entre outros fatores, estágio em que as plantas são preparadas para resistirem ao meio externo em que serão inseridas. Desse total, 15 mil exemplares estão prontos para uso em campo. ■



Educação e competência rumo à sustentabilidade

A bióloga Vera Lucia Imperatriz Fonseca é formada pela Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo (USP). No Instituto de Biociências da USP, fez seu mestrado e doutorado em Zoologia, sob orientação do Dr. Paulo Nogueira-Neto, e iniciou a carreira docente, em 1972, como professora assistente. Em 1977, transferiu-se para o recém-fundado Departamento de Ecologia da universidade, e lá fez sua livre-docência, tornando-se professora titular em 1992. Ao longo de sua trajetória, foi representante da USP e da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC) em instâncias como o Conselho do Meio Ambiente do Estado

de São Paulo (CONSEMA), a Comissão de Políticas Públicas e Desenvolvimento Sustentável (CPDS/MMA) e a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio). Esteve também no Conselho Gestor da WWF-Brasil e da Associação de Defesa do Meio Ambiente de São Paulo (ADEMA-SP).

Desde 2014, é pesquisadora titular do Instituto Tecnológico Vale (ITV-DS), em Belém (PA), onde coordena o trabalho de uma equipe de pesquisadores voltado à realização de estudos que favoreçam o desenvolvimento sustentável, contribuam para a formação profissional de alto nível na região e criem soluções para

questões importantes que envolvem a mineração. Nesta entrevista, ela fala sobre sua história de vida, as pesquisas das quais participou e os desafios enfrentados para a manutenção da biodiversidade no Brasil e no mundo.

Professora, a senhora é uma referência no estudo de abelhas no país. Quando surgiu o interesse pelo tema?

Surgiu já na graduação. São muitas as espécies de abelhas no Brasil até o momento descritas, mais de 1,8 mil espécies; no mundo, são mais de 20 mil espécies. Conhecer os grupos mais representativos, sua biologia, uso e conservação é um desafio que sempre

me acompanhou. Com as pressões ambientais de uso da terra e ações antrópicas, alguns países se organizaram para a proteção das abelhas. O primeiro projeto global com objetivos comuns foi a criação de uma Iniciativa Internacional de Uso e Conservação de Polinizadores, submetida à Convenção da Diversidade Biológica (CBD, em inglês) e aprovada na linha de biodiversidade agrícola, em 2000. Fui coautora do documento que deu origem a este programa (Declaração de São Paulo sobre Uso e Conservação de Polinizadores). A ele se seguiram a organização da Iniciativa Brasileira de Polinizadores (atualmente no âmbito do Ministério do Meio Ambiente) e a elaboração de um projeto mundial aprovado pelo *Global Environment Facility* – “Conservação e manejo de polinizadores para uma agricultura sustentável, através da abordagem ecossistêmica”. Participei também de muitos eventos ligados ao tema como palestrante. O livro “Polinizadores no Brasil: contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais”, que organizei ao lado de outros três pesquisadores, traz informações sobre o assunto e pode ser lido em www.livrosabertos.edusp.usp.br/edusp/catalog/book/8.

A senhora foi indicada também pelo governo brasileiro para participar de uma avaliação global sobre polinizadores, não?

Sim, em 2014 recebi a indicação do governo brasileiro para fazer parte de um novo programa da Plataforma

Intergovernamental de Políticas Científicas sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (IPBES), a primeira Avaliação Global sobre Polinizadores, Polinização e Produção de Alimentos. Em seguida recebi o convite da Secretaria da IPBES, doutora Anne Larigauderie, para ser a cochair dessa avaliação, com o doutor Simon Potts, do UK. A IPBES estava iniciando suas atividades e o tema desaparecimento das abelhas foi uma solicitação dos 119 países que formavam a plataforma, à época. A partir dessa avaliação, da qual participaram 77 cientistas das cinco regiões das Nações Unidas, foram feitos um sumário para executivos e um relatório completo (<https://www.ipbes.net/assessment-reports/pollinators>), os quais, após a aprovação na Plenária da IPBES em Kuala Lumpur, foram submetidos à aprovação pela CBD na COP 13 (Conferência das Partes). Uma nova agenda para polinizadores no mundo está em avaliação na COP 14 da CBD, para 2018- 2030. No Brasil, políticas públicas para os polinizadores estão em discussão no Senado Federal. No mundo, 20 países já assinaram a Coalizão dos Polinizadores (<http://promotepollinators.org/>), que são compromissos de manter programas

“Acredito na educação e na competência existente aqui no Brasil para uma grande mudança, necessária para a sustentabilidade

nacionais de proteção ao uso e conservação de seus polinizadores.

Falando de tecnologias socioambientais de forma abrangente, quais são as suas motivações para pesquisar e desenvolver tecnologias relacionadas ao tema? Por que escolheu atuar em Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I)?

Com o crescimento da população global, cada vez mais precisamos interagir com a sociedade e, com ela, buscar novos caminhos que ajudem a manter a humanidade dentro dos limites de uso da Terra, de modo a manter a resiliência da vida no planeta. Com abelhas nos cultivos agrícolas, por exemplo, temos melhores alimentos em maior quantidade e qualidade, no mesmo espaço físico. Na natureza, flores mais bem polinizadas produzem frutos maiores e mais perfeitos, com impacto na reprodução. Pesquisa, desenvolvimento e inovação são necessários para que possamos melhorar as condições de vida do país. Acredito na educação e na competência existente aqui no Brasil para uma grande mudança, necessária para a sustentabilidade.

O trabalho realizado nesses quatro anos no ITV-DS foi feito em um cenário

único de grandes oportunidades, um desafio para a pesquisa multidisciplinar. Ao mesmo tempo em que usamos o formato de bancos de dados para biodiversidade, com as ferramentas de paisagem e imagem de satélites pudemos nortear as buscas de espécies em áreas identificadas por nós como de endemismos. A Geologia nos guiou nas buscas. O uso das imagens de satélite foi a base para a ecologia de paisagem, modelos e construção de futuros corredores. O trabalho local do taxonomista, entretanto, foi feito como o dos antigos naturalistas, uma pesquisa clássica e muito rara hoje em dia, o que pode ser visto na Flora de Carajás (<http://rodriguesia.jbrj.gov.br>), com plantas identificadas pelos especialistas. Mas o uso das ferramentas genéticas possibilitou examinar muitas das questões abordadas do ponto de vista da biologia molecular e da genômica. Saímos do espaço infinito e chegamos no centro da vida, no DNA das espécies estudadas. Um desafio extraordinário para a pesquisa, o desenvolvimento e a inovação – e para os pesquisadores.

Que contribuições sua experiência em PD&I pode trazer?

Tenho uma longa experiência de vida universitária, onde é possível formar grupos de trabalho muito construtivos e sempre inovar com as novas tecnologias e desenvolvimentos recentes da ciência. É o caso, por exemplo, das ferramentas genômicas,

“O legado que deixo é a mensagem de que a educação é fundamental, aproveitar os talentos é essencial. Talentos não estão só na academia, mas nos cercam por todos os lados

que nos ajudam no planejamento ambiental e nas ações de recuperação de áreas degradadas, tão importantes no momento. A modelagem sobre distribuição atual e futura de espécies (se as mudanças climáticas ocorrerem como previstas pelo Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima - IPCC) e trabalhos com imagens de satélites nos permitem análises precisas e indicam novas possibilidades de gestão ambiental. Tenho certeza de que o conhecimento da biodiversidade, básica para o bem-estar humano, pode melhorar a qualidade de vida de todos.

O que é preciso para ser um bom pesquisador ou desenvolvedor de tecnologias socioambientais?

É preciso ouvir as partes, avaliar com critério científico o problema, propor uma solução por meio dos resultados trazidos pelas pesquisas e ter foco na aplicação destes novos resultados. Geralmente partimos do problema global e aplicamos localmente as tecnologias socioambientais. Mas precisamos considerar também o conhecimento local e a hierarquia social, a parte cultural. A construção de um cenário de uso do meio ambiente nesta fase da vida na Terra, onde

há limites para manter a resiliência ambiental, exige mudanças de costumes e recuperação ambiental.

Qual o principal legado que o seu trabalho pode deixar para a sociedade?

Apreendi que fazer a ponte entre o conhecimento obtido na academia com os vários setores da sociedade é fundamental. Transformar uma ameaça em oportunidade é necessário. Trabalhar em prol do ambiente não é simples, embora compensador: temos sempre parceiros muito especiais, os quais com suas competências trazem uma grande contribuição a partir de novos olhares e soluções. Precisamos trabalhar primeiro com o que nos une, para depois tratarmos das diferenças, que devem ser vistas com respeito por todos os lados envolvidos na questão. O legado que deixo é a mensagem de que a educação é fundamental, aproveitar os talentos é essencial. Talentos não estão só na academia, mas nos cercam por todos os lados, pessoas de mente aberta e de compreensão maior, que nos ensinam muito. Mas é preciso saber identificá-los. Temos uma enorme missão, liderar para deixarmos para as próximas gerações um ambiente funcionando do mesmo

modo (ou melhor) que recebemos das gerações que nos precederam.

Qual a importância desse trabalho para a Vale?

Vim trabalhar no ITV para abordar o tema biodiversidade de cangas e cavidades, inicialmente na Região Amazônica, há quatro anos. Na época, colocar a biodiversidade no centro das atenções já era uma prioridade institucional. O Instituto Tecnológico Vale é multidisciplinar, com uma direção científica muito competente e focada em integração de áreas de pesquisa, na obtenção de dados de qualidade para subsidiar as decisões da empresa. Também colaboramos com instituições científicas locais, e pudemos com a expertise do ITV contribuir para a formação de cientistas nas questões amazônicas. Atuamos em pesquisa e desenvolvimento no tema biodiversidade, inclusive por meio da capacitação para sustentabilidade no curso de mestrado profissionalizante do ITV. Neste ano de 2018, o tema “Mineração e Biodiversidade” está em discussão na Conferência das Partes da Convenção da Diversidade Biológica (pelos 194 países da ONU que fazem parte da CBD). As ações da Vale em prol da biodiversidade, nesse sentido, se destacam em vários pontos, incluindo aí as pesquisas realizadas.

Qual a importância desse trabalho especificamente para Carajás?

No desenvolvimento de nossas pesquisas, reunimos as informações

“ A mineração do futuro vai ser cada vez mais sustentável e contribuirá sempre com a melhoria da vida das comunidades e do ambiente

pré-existent em relatórios e outros documentos, analisamos muitas delas do ponto de vista ecológico e em parceria com a comunidade científica. Com muitas expedições de campo foi possível realizar um estudo único da flora das cangas de Carajás (com mais de mil espécies) publicado em quatro volumes da Revista Rodriguésia, do Jardim Botânico do Rio de Janeiro; estudar as abelhas, aves e morcegos de Carajás, para mostrar como interagem com as plantas e qual é a sua distribuição atual e futura, considerando as mudanças climáticas previstas pelo IPCC; conhecer melhor os animais e plantas das cavernas, com um estudo muito amplo em colaboração com a área de Espeleologia da Vale; e, entre outros, iniciar os estudos de código de barras de DNA e genômica que complementam as abordagens de campo. Publicamos livros e guias de campo, outros estão em preparação. Mas ainda tenho mais um sonho: um material de educação ambiental destinado à formação de professores e alunos da região e baseado nos estudos realizados em Carajás. Para o próximo ano, vamos iniciar um trabalho de geração de renda com a comunidade baseado na criação de abelhas nativas.

Na sua visão, como será a mineração do futuro e que benefícios ela trará para as comunidades e o meio ambiente?

A mineração do futuro vai ser cada vez mais sustentável e contribuirá sempre com a melhoria da vida das comunidades e do ambiente. Em vez de uma ameaça, ela vai se tornar uma grande oportunidade, porque investe em PD&I, tem princípios, acompanha o desenvolvimento social local e traz benefícios para a sociedade em um tempo de grandes incertezas. Tenho convicção de que este trabalho iniciado em Carajás vai prosseguir com integração cada vez maior entre os tomadores de decisão, a pesquisa científica e ações educativas. A análise da biodiversidade e mineração pela CBD também vai mostrar novos caminhos e valorizar essas ações que estão em desenvolvimento.

Para um futuro viável, o mundo precisa de...

Natureza e flexibilidade dos homens, para as mudanças necessárias em direção à sustentabilidade ambiental. ■



MAIS Bio celebra produção de pesquisa na Vale

A Convenção sobre Diversidade Biológica, que entrou em vigor em dezembro de 1993, é um tratado da Organização das Nações Unidas (ONU) que tem o Brasil como um de seus signatários e celebra em 2018 seu aniversário de 25 anos. Para marcar a data e destacar os estudos e as iniciativas de profissionais da empresa alinhados com as diretrizes de conservação da biodiversidade, compartilhando-os internamente, a Vale criou o Prêmio MAIS Bio. A escolha dos melhores trabalhos

classificados como ações de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) e submetidos em forma de *cases* foi anunciada durante o encontro “Experiências em Biodiversidade”, que aconteceu no Centro de Proteção e Educação Ambiental da Mata do Jambreiro, em Nova Lima (MG).

A reunião teve 56 participantes e foi realizada durante dois dias. No primeiro, 22 de maio – Dia Internacional da Diversidade Biológica –, empregados que inscreveram

Ricardo Teles

iniciativas puderam apresentá-las e trocar experiências com os colegas. No segundo, 23, houve uma trilha pela Mata do Jambreiro; apresentações institucionais sobre a “Reserva Natural Vale”, “Valoração de Serviços Ecossistêmicos” e “Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação na Vale”; e a divulgação do nome dos vencedores, que ganharam um certificado, livros que tratam de biodiversidade e a oportunidade de ter suas pesquisas abordadas na segunda edição do Informativo MAIS.

Para Patrícia Daros, gerente de Biodiversidade e Recuperação Ambiental da Vale, a quantidade e a qualidade das 30 iniciativas inscritas no encontro “demonstram o grau de maturidade da empresa em relação ao tema. A Vale faz muito em benefício da biodiversidade, está cada vez mais consciente de que quanto maior a gestão sobre diversidade biológica, maior será o domínio sobre os processos de extração de minério, e precisa cada vez mais compartilhar esse conhecimento interna e externamente”. Todas as iniciativas puderam ser conhecidas por meio da publicação de um livro de resumos, sendo que autores de 12 delas foram convidados a se apresentar no evento e 16 estudos foram também inscritos no Prêmio MAIS Bio.

Letícia Guimarães, analista de Meio Ambiente que participou da organização do Prêmio e integrou a comissão que avaliou os projetos,

explica que houve duas categorias: uma para iniciativas do Instituto Tecnológico Vale - Desenvolvimento Sustentável (ITV-DS), que têm como cerne estudos de PD&I, e outra para iniciativas relacionadas às áreas de Planejamento e Operação. Para todos, entretanto, os critérios eram os mesmos. Os *cases* apresentados deveriam permitir a internalização do conhecimento, gerar benefícios financeiros tangíveis e/ou intangíveis (redução de custo, imagem positiva para a sociedade etc.) e mostrar alinhamento com a Política de Sustentabilidade da Vale e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU. Era necessário, ainda, que os estudos fossem novos para a Vale (poderiam ser também novos para a mineração e para o mundo) e estivessem em andamento ou já finalizados. Parcerias externas, com instituições de pesquisa, ONGs e empresas, contavam pontos a favor.

Mais informações

Para saber mais sobre a Política de Sustentabilidade da Vale, acesse http://www.vale.com/hotsite/Style%20Library/RelatorioSustentabilidade/Docs/Pol%CC%81tica_Global_de_Sustentabilidade_Vale.pdf.

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU estão disponíveis em <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>.



Prêmio MAIS Bio

16 cases
apresentados

9 cases de Operação
e Planejamento

7 cases do ITV-DS

3 vencedores

“Trabalhamos na empresa para estimular essa vocação, mostrar a importância de estarmos à frente no conhecimento”

Reconhecimento

“Entre os muitos aspectos positivos da premiação, estava a chance de disseminar na empresa a Política de Sustentabilidade e os ODS, muito importantes para nós e com os quais nossa atuação está completamente alinhada. O MAIS Bio foi uma forma de reconhecer o esforço e a dedicação de profissionais que desenvolvem pesquisas, tanto aquelas ligadas a exigências legais quanto as que não estão de imediato atreladas, mas que serão de grande utilidade e, por isso, precisam ser divulgadas. Não definimos temas específicos para permitir que diversas linhas de pesquisa fossem apresentadas”, detalha Letícia.

Edgar Sepúlveda, analista de Desenvolvimento Tecnológico, e Domenica Blundi, especialista técnica de cooperação em C&T e Acompanhamento de Projetos, foram os outros integrantes da comissão avaliadora dos projetos. Para eles, os trabalhos inscritos revelaram-se consistentes teoricamente e com possibilidade de aplicação prática, características fundamentais para a expansão

de PD&I na Vale. “A Vale também produz ciência, nossos empregados investem no desenvolvimento de soluções inovadoras. E fazem isso frequentemente em parceria com instituições de ensino e pesquisa, que trazem um conhecimento complementar e fundamental para os estudos envolvendo ciência e tecnologia. Trabalhamos na empresa para estimular essa vocação, mostrar a importância de estarmos à frente no conhecimento, viabilizar a interação com as universidades e divulgar as iniciativas dentro e fora da Vale”, diz Domenica.

O encontro “Experiências em Biodiversidade” já tinha ocorrido em 2017, sem que houvesse, ainda, o Prêmio MAIS Bio. A ideia, agora, é fazer com que essa reunião anual esteja no calendário, com cada vez mais participantes e inscritos na premiação, incorporada de forma permanente. “Deu certo, mobilizou equipes, viabilizou maior integração com a operação, disseminou conhecimento, enfim, foi um sucesso. Certamente colheremos muitos resultados positivos daqui para frente”, prevê Patrícia Daros. ■

Biodiversidade em muitas abordagens

Aberto a múltiplas temáticas, o Prêmio MAIS Bio teve 16 concorrentes, sete deles do Instituto Tecnológico Vale - Desenvolvimento Sustentável e nove dos setores de Operação e Planejamento da empresa. A variedade de assuntos tratados dá conta dos desafios em áreas como a Recuperação de Áreas Degradadas e estudos de genômica que podem contribuir para a aceleração do cumprimento de exigências

ambientais, além de mostrar como é possível participar de iniciativas com repercussão social, como a preservação das baleias-jubarte. Sobre a importância das pesquisas, a gerente de Biodiversidade e Recuperação Ambiental da Vale, Patrícia Daros, lembra que "em muitos projetos da Vale o saldo ambiental é positivo, ou seja, as compensações oferecidas são maiores do que os impactos. O Complexo S11D Eliezer Batista, por exemplo, contribui com

mais de 5 mil hectares de vegetação nativa protegida, somando áreas de compensação e reservas legais, uma área quatro vezes maior do que aquela impactada pelo projeto. Isso é fruto, também, da qualidade dos estudos que embasaram esses projetos".

Conheça os vencedores do Prêmio MAIS Bio. Nos quadros a seguir, estão relacionados os títulos e os nomes das pessoas envolvidas nos demais *cases*. ■

▼ Vencedores do Prêmio MAIS Bio

Áreas de Operação e Planejamento	
Título	Autores
Espécies endêmicas dos campos rupestres do Quadrilátero Ferrífero	Ana Amoroso (autora principal), Lídia Maria dos Santos, Marco Pivari, Sérgio Antônio Tomich Santos e Sara Dias

Amigos da Jubarte: turismo de observação e conservação ambiental como alicerces para o fomento ao desenvolvimento socioambiental do Espírito Santo	Roberta Atherton (autora principal), Thiago Ferrari, Sandro Firmino, Paulo Rodrigues, Leonardo Merçon e Daniel Rocha
--	--

Instituto Tecnológico Vale - Desenvolvimento Sustentável	
Título	Autores
Bases genéticas para estudos de licenciamento e conservação da biodiversidade – o banco de códigos de barra de DNA de plantas de Carajás	Guilherme Oliveira (autor principal), Ronnie Alves, Talvâne Lima, Renato Oliveira, Gisele Nunes e Santelmo Vasconcelos

▼ Cases apresentados

Áreas de Operação e Planejamento	
Título	Autores
<i>Adelophryne sp.</i> : estudo, ecologia e conservação da rãzinha-pulga nas áreas protegidas da Vale	Breno Damiani, Glauber Fonseca, Helbert Botelho, Leilane Bárbara, Lívia Nepomuceno, Stella Oliveira, Micheline Senna e Rafael Rezende
Contribuições da Vale para conservação da arara-azul-grande em Carajás	Mayla Feitoza e Flavia Presti
Ocorrência de botos-cinza durante atividade de dragagem na Baía de Sepetiba - RJ	Guilherme Maricato, Erick Monteiro, Luís Fernando Jupy e Juliane Ferreira
O herbário da Reserva Natural Vale e sua contribuição para conservação da flora da Mata Atlântica do Espírito Santo	Geovane Siqueira e Jonacir de Souza
<i>Kannabateomys amblyonyx</i> : estudo, ecologia e conservação do rato-do-bambu nas áreas protegidas da Vale	Helbert Botelho, Rafael Rezende, Breno Damiani, Glauber Fonseca, Stella Oliveira, Lívia Nepomuceno, Micheline Costa e Leilane Gomes
Reserva Natural Vale: há 10 anos contribuindo para restauração florestal no Espírito Santo	Emanuelle França, Ernesto Sakai, Geovane Siqueira, Jonacir de Souza, Marcio Ferreira, Miguel Effgen e Rayany Batista
Monitoramento via satélite, área de vida e conservação da <i>Puma concolor</i> nas áreas protegidas da Mina de Brucutu - São Gonçalo do Rio Abaixo (MG)	Helbert Botelho, Rafael Rezende, Breno Damiani, Glauber Fonseca, Stella Oliveira, Lívia Nepomuceno, Micheline Costa e Leilane Gomes

Instituto Tecnológico Vale - Desenvolvimento Sustentável	
Título	Autores
Corredores ecológicos ligando áreas protegidas para reduzir o impacto humano em florestas do leste da Amazônia	Marcelo Awade, Leandro Reverberi Tambosi, Rafael Melo e Tereza Giannini
Criando o impacto líquido positivo: a Flora de Carajás e suas espécies especiais, implicações para licenciamento, mitigação, compensação e conservação	Ana Maria Giulietti, Daniela Zappi, Maurício Watanabe, Nara Mota, Pedro Viana e Vera Fonseca
Interações ecológicas entre fauna e flora aplicadas em um contexto de Recuperação de Áreas Degradadas	Tereza Cristina Giannini, Rafael Cabral Borges, Leonardo Miranda, Marcelo Awade, Alistair John Campbell, Ulysses Madureira Maia e Carlos Eduardo Pinto da Silva
Aplicação da genética evolutiva para a gestão da conservação da Vale	Elena Babiitouchouk, Vera Fonseca, Tasso Guimarães, Luiza Romeiro, Edilson Freitas, Juliana Teixeira, Jorge Filipe dos Santos, Lourival Tyski, Delmo Fonseca, Guilherme Oliveira e Alexandre Castilho
Modelos de distribuição geográfica potencial e o impacto da mudança de clima em espécies provedoras de serviços ecossistêmicos em Carajás	Leonardo Miranda, Wilian Costa, Rafael Borges, André Luís Acosta e Tereza Giannini
Valoração monetária e não monetária dos serviços de polinização em duas áreas protegidas no Brasil	Juliana Hipólito, Bruna dos Santos, Rafael Borges, Sergio Dias, Rodolfo Jaffé, Vera Fonseca e Tereza Giannini



Leonardo Merçon

Vale apoia projeto para conservação das jubartes

Um dos vencedores do Prêmio MAIS Bio, o case “Amigos da Jubarte: turismo de observação e conservação ambiental como alicerces para o fomento ao desenvolvimento socioambiental do Espírito Santo” foi apresentado por Roberta Atherton, analista de Relações com a Comunidade da Vale. A escolha se deu, em empate com outro primeiro colocado (veja na pág. 56), porque a iniciativa contempla uma série de objetivos alinhados à Política de

Sustentabilidade da empresa, está baseada em pesquisa e inovação, pela qualidade e profundidade dos novos estudos sobre as baleias, e tem se mostrado muito exitosa, tanto em relação aos resultados obtidos quanto no que diz respeito à visibilidade do projeto, bastante conhecido pelos capixabas.

O projeto Amigos da Jubarte existe desde 2014 e é resultado da união de coletivos ambientais com atuação no litoral do Espírito Santo, os Institutos

O Canal (realizador), Últimos Refúgios, Ecomaris e Baleia Jubarte (correalizadores). A Vale se aproximou da iniciativa em 2016 e, em 2017, passou a apoiá-la financeiramente e com sua expertise, tornando-se uma de suas parceiras, ao lado da Prefeitura de Vitória e da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES).

Vertentes

“O Amigos da Jubarte possui várias vertentes interessantes: promove

a conscientização ambiental; viabiliza o turismo de observação, uma vocação local, gerando emprego e renda; e contribui para a conservação de um cetáceo ameaçado. O relacionamento com as comunidades das áreas onde a Vale atua é fundamental para a sustentabilidade de seus negócios, e esse encontro foi muito feliz, tem gerado muita repercussão aqui”, afirma Roberta. Ela lembra que o projeto vem sendo importante também para a formação de pesquisadores. Entre oceanógrafos, biólogos e estudantes de graduação nestas áreas, há 13 pessoas envolvidas no estudo, que subsidiará, já neste momento, uma monografia de conclusão de curso e uma tese de doutorado na UFES. Na Ecoceano (empresa júnior do curso de Oceanografia da UFES), oito alunos contam com bolsas de iniciação científica para atuar no projeto.

No litoral capixaba existe uma das maiores concentrações de baleias-jubarte no Brasil, daí a relevância de realizar um estudo no sentido de criar instrumentos para garantir a sua conservação. Do ponto de vista científico, o trabalho realizado por

biólogos e oceanógrafos ligados aos institutos tem como base a fotoidentificação das baleias; estudos de bioacústica, biogeografia e comportamento dos cetáceos; gerenciamento das áreas de encalhe; e um mapeamento feito pelo Sistema de Informação Geográfica (SIG).

Pelas fotos, as baleias são identificadas por seus padrões de pigmentação (manchas pretas e brancas) de suas nadadeiras caudais, diferentes em cada indivíduo – as suas digitais. A bioacústica permite, por meio da gravação de cantos das jubartes com o uso de hidrofones, a identificação dos diversos tipos de sons emitidos entre os grupos de baleias e da eventual interferência de ruídos produzidos por atividades náuticas, sísmicas ou sonares. E o SIG viabiliza a determinação precisa da área de circulação das jubartes, com o suporte de um sistema no qual são armazenados os dados de geolocalização.

Os estudos também buscam fazer o levantamento das principais ameaças antrópicas aos animais, como a poluição química das águas, a interação com resíduos sólidos, o emaranhamento em redes de pesca, a caça e o atropelamento por embarcações, para subsidiar a adoção de medidas mitigadoras por parte do poder público. No Jubart.Lab, laboratório científico do projeto, fica concentrado o acervo de informações, fotos e vídeos produzidos nas expedições marítimas. A captação de imagens

“ O relacionamento com as comunidades das áreas onde a Vale atua é fundamental para a sustentabilidade de seus negócios, e esse encontro foi muito feliz

Jubartes

será utilizada em um documentário, já em produção, sobre a incrível jornada migratória das baleias do litoral brasileiro até as águas circumpolares da Antártida.

Resultados

Objetivos relevantes do projeto, a educação e a geração de renda, por meio do incentivo ao turismo de observação, já apresentam resultados significativos.

Ao longo de 2017, 6 mil pessoas estiveram envolvidas em ações do Amigos da Jubarte. Houve mais de 200 interessados em participar da primeira capacitação de profissionais de referência para a iniciativa. Para quem atua diretamente no turismo, um grupo de 50 a 60 pessoas composto de operadores e agentes de turismo, mestres de embarcações, pescadores e velejadores, os treinamentos abordam questões como noções biológicas, técnicas de aproximação e normas de avistamento. No caso de biólogos e oceanógrafos, as informações estão mais voltadas para o conhecimento acadêmico.

Há ações específicas para estudantes, do ensino fundamental ao universitário, tanto da rede privada quanto da pública. Em um desses encontros, um seminário promovido em outubro de 2017 em parceria com as Secretarias Municipais de Educação, de Turismo e de Meio Ambiente de Vitória, 34 educadores e alunos da rede pública



Leonardo Merçon

Expedição de avistamento no Espírito Santo



Mosaico Imagem

Roberta Atherton, analista de Relações com a Comunidade da Vale

Mais informações

Pesquisadores e demais interessados no tema podem obter mais informações por meio do site www.queroverbaleia.com.

▼ Saiba mais sobre as baleias-jubarte

- Mamífero, esse cetáceo nasce com uma tonelada, em média, mede até 16 metros e pode pesar 40 toneladas quando adulto.
- Suas grandes nadadeiras atingem até um terço de seu comprimento.
- As jubartes se alimentam especialmente de krill, pequenos invertebrados que ocorrem sobretudo nas regiões polares.
- Sua expectativa de vida é de até 60 anos.
- Após sete meses na costa brasileira, onde vêm para procriar e alimentar os filhotes, migram para regiões próximas à Antártida.

40 toneladas



16 metros

- As baleias-jubarte utilizam-se de sons, chamados de cantos, para se comunicar.
- Estima-se que o número de jubartes na costa brasileira alcance 20 mil indivíduos – concentradamente na Bahia e no Espírito Santo.

da cidade tiveram a oportunidade de aprender mais sobre as baleias-jubarte. Em diferentes momentos foram oferecidas aos estudantes do município oficinas de vídeo e desenho e a possibilidade de integrar uma expedição de avistamento.

Ainda no que diz respeito à conscientização, uma cartilha educativa, com informações sobre as baleias, foi produzida para orientação da sociedade e distribuída em ações do projeto, como o “Festival da Baleia Jubarte”. O evento cultural celebra a temporada em que esses cetáceos podem ser vistos (de junho a novembro) e está integrado ao calendário anual de Vitória.

“Já é possível agendar passeios para observar as jubartes pelo site queroverbaleia.com. Ano passado, para divulgar a iniciativa na Vale, fizemos um sorteio e levamos dez dos nossos empregados em um barco. Os relatos foram de

encantamento, todos consideraram um espetáculo o que viram no mar. Nosso objetivo, do ponto de vista da capacitação e do compartilhamento de informações, é estender os treinamentos aos empregados da área portuária e a quem trabalha dentro dos navios”, antecipa Roberta. Em 2017, 620 visitantes participaram de cruzeiros turísticos e de pesquisa, em Vitória. A atividade vem consolidando a baleia-jubarte como um verdadeiro ícone cultural e ambiental para o capixaba.

Diagnóstico

O primeiro diagnóstico de observação das baleias foi publicado em abril de 2018, com os resultados do trabalho desenvolvido até então. Nos 20 cruzeiros de pesquisa de 2017, as expedições estudaram e mapearam 121 grupos de jubartes, em um total de 370 indivíduos. Ano que vem, outro relatório será publicado

a partir dos estudos realizados na temporada de avistamento deste ano, e assim sucessivamente.

“A existência de parceiros é muito importante para um coletivo como o nosso. No caso da Vale, tanto no aspecto financeiro quanto operacional, o apoio se mostra decisivo para nossa pesquisa, que valida cientificamente o projeto. A empresa também está inserida na sensibilização do público nas atividades de educação ambiental, uma de nossas prioridades”, afirma Thiago Ferrari, fundador do Instituto O Canal e coordenador do Amigos da Jubarte.

Nas redes sociais e na imprensa, o projeto tem ganhado destaque, porque, na condição de espécie-bandeira, as baleias demonstram grande potencial de gerar na sociedade uma preocupação que beneficia a conservação do ambiente em que elas vivem, o que contribui, por extensão, para a conservação de toda a flora e fauna marinhas. ■

Espécies de interesse para conservação no Quadrilátero Ferrífero

O licenciamento da atividade de mineração por parte dos órgãos ambientais tem como uma de suas preocupações a conservação de espécies raras, consideradas ameaçadas ou endêmicas (que ocorrem somente em uma área específica). Nesse contexto, um desafio de toda a sociedade é ampliar o conhecimento sobre as espécies de plantas – o conceito se aplica também a animais –, para definir com segurança e embasamento científico quais delas estão nestas categorias e, assim, atuar para sua conservação.

Escolhido como um dos cases vencedores do Prêmio MAIS Bio entre aqueles inscritos pela equipe da Vale, o trabalho sobre “Espécies especiais dos campos rupestres do Quadrilátero Ferrífero” apresenta estudos realizados desde 2015 para melhor conhecer a flora das áreas protegidas da região. A pesquisa traz um conhecimento inovador, na medida em que

preenche lacunas de informação sobre espécies, e é realizada com o apoio de botânicos e de uma rede de taxonomistas importantes em seus campos de atuação, promovendo uma integração com pesquisadores de referência.

Ana Amoroso, autora do case, é engenheira florestal da Vale, em Minas Gerais. Ela começou a se envolver com pesquisas já em sua graduação em Engenharia, na Universidade Estadual Paulista (Unesp). Foi bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp). Em 2018, iniciou seu mestrado no Instituto Tecnológico Vale - Desenvolvimento Sustentável, em Belém (PA), na área de Uso Sustentável de Recursos Naturais em Regiões Tropicais, na qual desenvolve seu trabalho sobre “Flora do Campo Rupestre”.



Hippeastrum morelianum

Área física de estudo

O Quadrilátero Ferrífero, área de estudo do case, está localizado em uma zona de transição entre os biomas da Mata Atlântica, a leste, e do Cerrado, a oeste, sendo estruturado sobre um pacote de rochas diversificado, que condiciona a ocorrência de ecossistemas distintos. Na região, encontra-se uma ampla variação de formações vegetais – desde campestres até florestais. A portaria governamental de número 443/2014 traz a lista oficial de espécies de flora brasileira ameaçadas de extinção, as quais recebem atenção a partir de diferentes medidas de conservação.

O trabalho foi o primeiro realizado de forma sistemática sobre a flora de sete Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs) e permitiu que fossem localizadas nessas áreas plantas que há muito tempo não eram encontradas em levantamentos florísticos, como a *Stephanopodium englerii*, espécie

endêmica classificada como EN (em perigo) de acordo com o Centro Nacional de Conservação da Flora (CNCFlora). Outras tinham ocorrência conhecida apenas para campos rupestres ferruginosos e foram encontradas em áreas protegidas em litologias distintas, como as espécies *Vriesea longistaminea*, *Vriesea*

minarum e *Dyckia consimilis*. A título de exemplo, até setembro de 2018, das 50 espécies listadas inicialmente como endêmicas, 14 tiveram seu conhecimento ampliado, sendo três espécies confirmadas como não endêmicas do Quadrilátero Ferrífero; duas espécies não são exclusivas de canga; 11 espécies (incluindo as duas anteriores) foram registradas fora de canga; e outras oito podem vir a ter confirmação dos registros também em litologia diferente da ferruginosa.

Princípio da precaução

“Pelo princípio da precaução, e não havendo muito conhecimento sobre determinada espécie, é comum que a espécie seja classificada como de interesse para conservação (rara, ameaçada e/ou endêmica). Para saber mais sobre as plantas nessa categoria, estamos fazendo um trabalho que começou pelo levantamento dos dados que existiam em herbários físicos e virtuais sobre aproximadamente 50 espécies citadas por autores como endêmicas dos ambientes de canga. Vimos a partir daí as

“ O trabalho foi o primeiro realizado de forma sistemática sobre a flora de sete Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs) e permitiu que fossem localizadas nessas áreas plantas que há muito tempo não eram encontradas em levantamentos florísticos



Ana Amoroso, engenheira florestal

potenciais áreas em que as plantas poderiam aparecer por meio de uma análise multicritério e fizemos prospecção ativa em RPPNs protegidas pela Vale. Somente no Quadrilátero Ferrífero, a empresa preserva mais de 50 mil hectares, nos quais há 20 RPPNs, uma área 3,2 vezes maior do que aquela utilizada em suas operações”, explica Ana Amoroso.

As informações obtidas ampliam o conhecimento sobre as espécies e a respeito das próprias RPPNs, reforçando o potencial e a importância de conservação das reservas, além de subsidiar futuras pesquisas sobre sua rica biodiversidade. Os dados viabilizam também a seleção de matrizes e

coleta de sementes para produção de mudas na Biofábrica da Vale, o que torna possível reintroduzir espécies onde elas naturalmente ocorriam, durante os processos de Recuperação de Áreas Degradadas. Essas informações auxiliam, ainda, o processo de licenciamento de expansões e novos projetos, assim como o planejamento da gestão do território.

Os resultados dos estudos contribuem para o atingimento das metas previstas na agenda global da Convenção sobre Diversidade Biológica, tratado multilateral do qual o Brasil é signatário, e para a Estratégia Global para a Conservação de Plantas.

RPPNs onde foi realizada a primeira etapa do trabalho

- Andaime
- Capitão do Mato
- Capivary II
- Cata Branca
- Capanema
- Horto Alegria
- Poço Fundo

Etapas

Ao longo do tempo, desde 2015, a prospecção realizada no projeto foi sendo expandida para diferentes RPPNs, com o apoio das áreas operacionais da empresa, até atingir sete sítios prioritários (veja quadro). Como resultado, houve 1.700 coletas de mais de 600 espécies. Quando o botânico responsável pelo trabalho de campo identificava uma espécie potencialmente rara ou ameaçada, já fazia seu registro e, posteriormente, a encaminhava para confirmação de taxonomistas da família.

A atividade evoluiu para um detalhamento do processo, no qual passou a ser dada ênfase às espécies classificadas pela literatura como endêmicas de canga no Quadrilátero Ferrífero. “Encontramos espécies em lugares onde a literatura não dizia que ocorriam e percebemos que faltam estudos para definir seu endemismo, assim como sua litologia de ocorrência. Pode ser que a espécie tenha uma adaptação melhor ao campo rupestre ferruginoso, por exemplo, mas não seja necessariamente endêmica dele. Ou exista tanto no campo rupestre ferruginoso quanto no de quartzito”, afirma a engenheira florestal. Nesta etapa do trabalho, outras Unidades de Conservação do estado entraram no estudo.

Para caminhar em direção a um conhecimento mais aprofundado, uma rede de taxonomistas parceiros e de referência está sendo usada

para a identificação das espécies de forma inequívoca. Esses profissionais dão suporte não apenas ao projeto sobre espécies especiais, mas a vários outros realizados na Vale com perfil semelhante, qualificando-os cientificamente. Como a coleta das plantas nas áreas precisa esperar o período fenológico, quando acontece a floração, o trabalho é feito de modo paulatino. Em alguns locais, existe dificuldade de acesso e são necessárias caminhadas longas, de até quatro horas. Uma etapa que começou em 2018 e será realizada em parceria com o ITV-DS tem o objetivo de usar ferramentas de genômica, que necessitam da coleta de apenas uma pequena parte da planta para análise genética em laboratório (veja matéria da página 60).

Definição das plantas endêmicas

Na fase final do estudo, prevista para 2020, serão definidas as plantas de fato endêmicas das regiões avaliadas, com a consolidação de todas as informações obtidas e o suporte de ferramentas matemáticas.

Com base no conhecimento já gerado pelo trabalho, foi produzido um guia que classifica algumas das plantas de acordo com a cor de suas flores, com o objetivo de orientar quem passeia por locais como o Parque Estadual da Serra do Rola-Moça, pensando tanto em pessoas leigas quanto em pesquisadores. Ao passo que há identificação das espécies, elas

são depositadas em herbários indexados (no *Index Herbariorum*, rede global de herbários), passando a constar do Herbário Virtual da Flora e dos Fungos do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia, que faz a indexação de herbários do Brasil inteiro e está conectado à rede global. Dessa forma, é possível compartilhar esse importante conhecimento com a sociedade.

“Além das já citadas, as espécies *Acianthera modestissima*, *L. rubiginosa* e *Symphypappis lymansmithii*, consideradas endêmicas das cangas do Quadrilátero Ferrífero conforme autores de referência, também tiveram sua distribuição ampliada para outras regiões do Brasil, de acordo com as nossas pesquisas. Outras espécies de interesse para conservação estão sendo encontradas em locais distintos das cangas do Quadrilátero. São achados muito importantes para fins de utilização em recuperação de áreas e translocação de espécimes, uma vez que demonstram que as espécies podem não ter desenvolvimento restrito a ambientes ferruginosos”, complementa Ana Amoroso. ■

Mais informações

Para saber mais sobre as espécies citadas, acesse <http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Vriesea%20minarum> e <http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Vriesea%20longistaminea>.



Ricardo Teles

Código de barras de DNA amplia conhecimento sobre espécies

O case ganhador do Prêmio MAIS Bio, entre aqueles apresentados por pesquisadores do Instituto Tecnológico Vale - Desenvolvimento Sustentável (ITV-DS), aborda o tema “Bases genéticas para estudos de licenciamento e conservação da biodiversidade – o banco de códigos de barra de DNA de plantas de Carajás”. Escrito pelo biólogo Guilherme Oliveira, o texto apresenta um projeto realizado em colaboração por uma série

de pesquisadores (veja quadro da página 62), com apoio de bolsistas. Guilherme Oliveira é pesquisador titular da linha de pesquisa Genômica Ambiental no ITV-DS, em Belém (PA). Formado pela Universidade Federal de Minas Gerais, fez doutorado na Texas A&M University, nos Estados Unidos, instituição em que atuou no Departamento de Biologia. Teve passagens pelo Departamento de Biologia da Universidade de York, na Inglaterra, pelo Instituto Pasteur na

França e pela Fiocruz de Minas Gerais, onde foi pesquisador titular. Guilherme exerceu, dentre outras funções, cargos em entidades ligadas a sua área de atuação, como o de presidente da Associação Brasileira de Bioinformática e Biologia Computacional e diretor da Sociedade Internacional de Biologia Computacional. O trabalho descrito por ele no case partiu da percepção de que era necessário criar instrumentos para ampliar a velocidade do levantamento

da biodiversidade em regiões onde haverá impactos pela mineração. Hoje, a descrição de caracteres morfológicos específicos, base usada para os levantamentos, demanda a participação de profissionais escassos, pelo grau de especialização exigido, além do empréstimo de material de coleções e do uso eventual de tecnologias adicionais como microscopia eletrônica. Um modelo demorado e de alto custo.

Genoma do cloroplasto

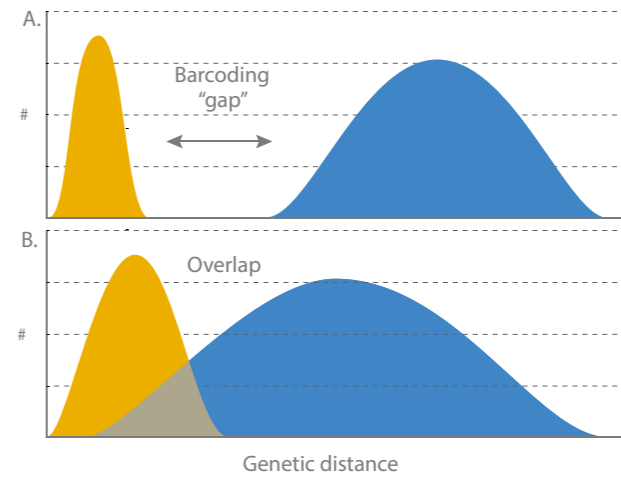
A implementação de ferramentas moleculares, então, vem sendo estudada para agilizar e aperfeiçoar esse processo. Na pesquisa em questão, a abordagem escolhida foi o código de barras de DNA. Como o sequenciamento genético completo seria complexo, levaria tempo e exigiria o dispêndio de muitos recursos, utilizam-se regiões do genoma do cloroplasto, para a geração de seqüências que permitem a distinção de espécies. Assim, o código de barras de DNA utiliza regiões que evoluem em taxas que permitem a diferenciação entre espécies.

“Buscamos trazer a tecnologia de base molecular para melhorar o processo, sem substituir o taxonomista. Para se ter uma ideia da importância desse trabalho, a taxa global de extinção de espécies é maior do que a taxa de descrição. Com foco nas cangas de Carajás, onde hoje há 1,1 mil espécies conhecidas, um grupo de 70 taxonomistas começou em 2014 a fazer um rigoroso levantamento da flora e a coletar material para

Códigos de barra de DNA

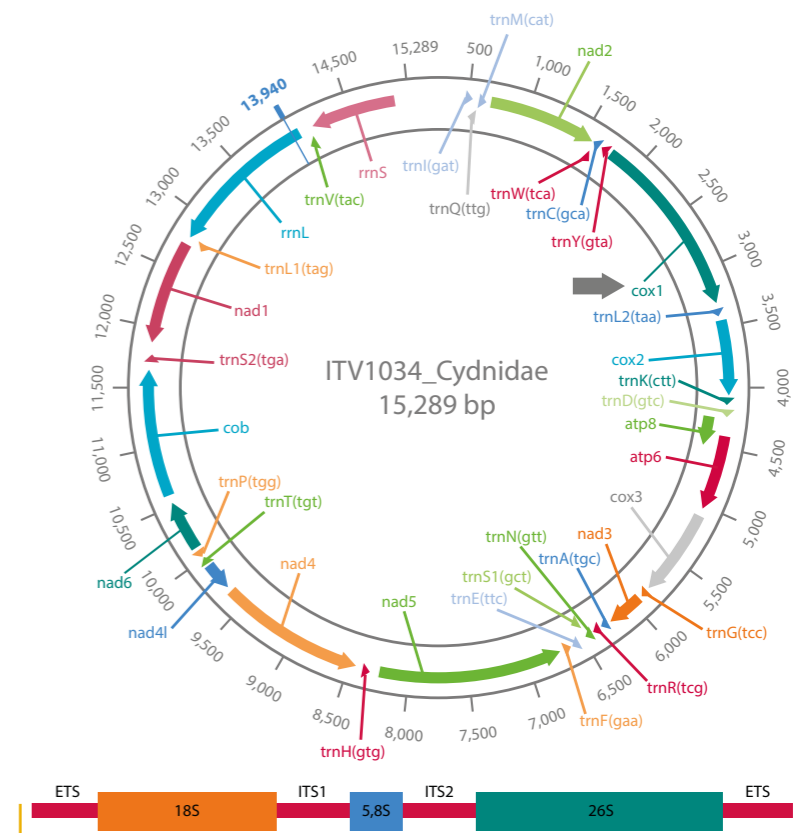
- Intraspecific/coalescent
- Interspecific/speciation

- Pequenos, sequenciamento Sanger
- Universal
- Captura a variação intraespecífica



Fonte: dna-barcoding.blogspot.com Peng et al., J Econ Entomol 2015

rbcL / matK / rpoB / rpoC1 / trnH-psbA / atpF-atpH / psbK-psbI



Os códigos de barra são pequenos fragmentos de DNA úteis para a identificação de espécies. Em espécies com clara diferenciação genética encontramos o “barcode gap” que as separa. Em alguns casos, há uma sobreposição da diversidade genética das espécies e a definição taxonômica não é tão fina. Em plantas são vários os marcadores utilizados, geralmente derivados do genoma circular do cloroplasto. Outros marcadores são derivados do genoma linear do núcleo das células (ITS2).

fazermos a análise genética das espécies. Essa etapa levou quatro anos e viabilizou a geração de uma biblioteca genética referenciada. O trabalho permitiu que duplicássemos toda a informação genética que existe sobre a flora do Brasil inteiro”, afirma Guilherme.

Etapas da pesquisa

Na fase de campo, os taxonomistas coletam folhas que são preservadas em soluções hipersalinas. Depois, em laboratório, robôs extraem DNA em massa das amostras e preparam reações enzimáticas para sequenciamento. A reação em cadeia da polimerase (PCR) delimita a região que se quer analisar e proporciona a amplificação dessa região em milhões de cópias. Usa-se, numa fase posterior, a reação de amplificação para fazer a reação de sequenciamento. No caso dos códigos de barra de DNA, faz-se a amplificação indivíduo por indivíduo, empregando como técnica o sequenciamento de Sanger.

O gerenciamento e a análise da informação são realizados por meio de um sistema que integra uma ferramenta de geração de códigos de barra desenvolvida pela Vale, a Pipebar/OverlapPer (*software* registrado no INPI), e um banco de dados, o ITVBioBase. Essas tecnologias juntas propiciam a geração de análises automáticas de dados e o mapeamento dos dados produzidos. Dessa forma, no andamento do processo, as sequências obtidas são classificadas

em espécies. “Se para uma sequência temos a planta identificada por um taxonomista, essa identificação é expandida para todas as outras sequências similares. A análise filogenética delimita as espécies encontradas”, explica o pesquisador.

No final do processo, gera-se um código de barras relativo a cada espécie. Ao todo já foram gerados

7.082 códigos de barra de DNA.

A família de plantas com maior número de códigos gerados é a das Convolvulaceas (1.320). Outras bastante frequentes são a Poacea (328) e a Rubiaceae (343). Os principais marcadores utilizados foram os derivados do cloroplasto *atpF-atpH*, ITS2, *matK*, *psbK-psbI*, *rbcL*, *rpoB*, *rpoC1*, *trnH-psbA* e *ycf1*.

“O trabalho permitiu que duplicássemos toda a informação genética que existe sobre a flora do Brasil inteiro

Colaboração

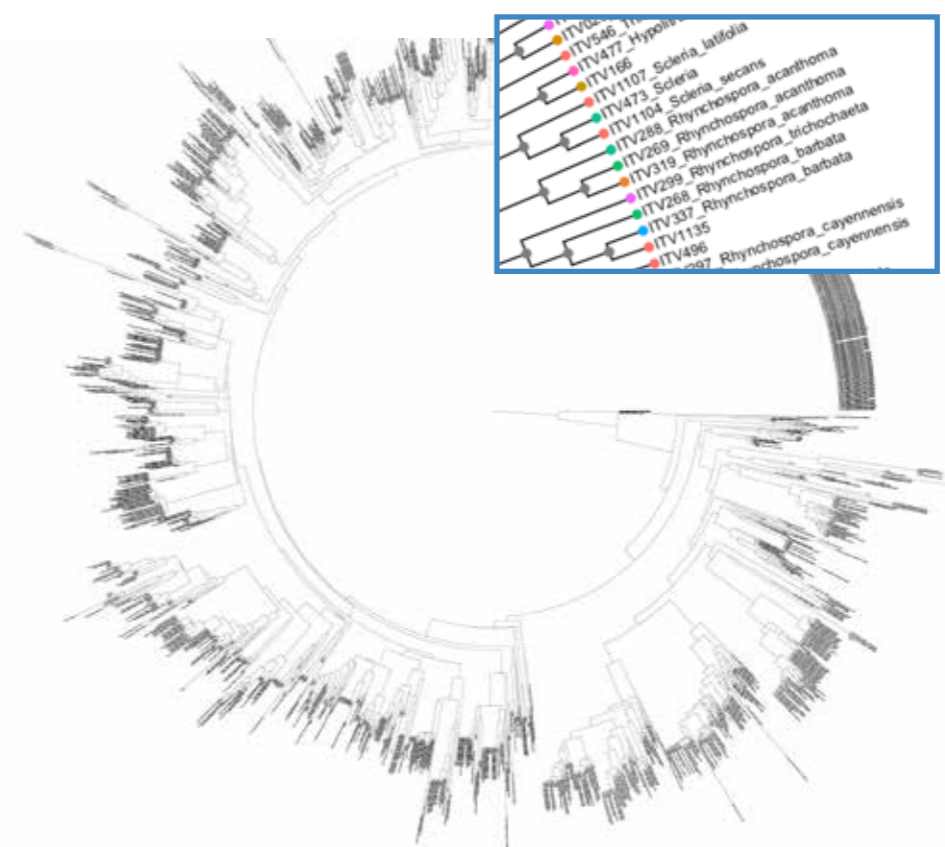
O trabalho foi realizado em estreita colaboração com o grupo de Biodiversidade e Serviços de Ecossistema liderado pela pesquisadora Vera Fonseca e coordenado pelas botânicas Ana Giulietti e Daniela Zappi.

Para conhecer o grupo todo, acesse <https://www.oliveira.life/research-group>.

Pesquisadores

Nome	Título
Talvâne Lima	Graduada
Bruno Simões	Mestre
Mariana Dias	Mestre
Renato Oliveira	Mestre
Gisele Nunes	Doutora
Marcele Laux	Doutora
Ronnie Alves	Doutor
Santelmo Vasconcelos	Doutor

A Flora de Carajás – uma perspectiva molecular



Árvore filogenética parcial das plantas da canga de Carajás. A análise molecular permite a identificação automatizada das plantas coletadas e contém metadados relativos à sua origem e espécies próximas.

Como nem sempre o DNA Barcode fornece a informação com a precisão desejada, pode ser necessário, em função da importância da planta, trabalhar com o genoma do cloroplasto inteiro. Das 600 bases nucleicas antes analisadas, passa-se para 150 mil bases, aproximadamente. Em casos muito especiais, pode ser preciso trabalhar com o genoma completo, de milhões de bases nucleicas, por exemplo. Hoje, há 20 plantas nessa situação, entre elas o jaborandi (veja quadro na página 65).

Avanços

Se o processo já é, em si, uma grande evolução, ele ainda traz oportunidades de avanços maiores. As plantas podem ser analisadas em grupo, em vez de individualmente, para se obter um sequenciamento em massa, e é possível, ainda, capturar o rastro do DNA pelo solo, sem necessidade de fazer a amostragem com as próprias plantas. “Para a Vale, o trabalho se torna mais rápido e menos custoso. Em 2019, validaremos o processo para que ele seja aceito

Mais informações

Pesquisadores e demais interessados podem ter mais informações sobre o desenvolvimento do projeto de pesquisa no site do ITV: <http://www.itv.org/publicacoes/>. Para ler a Revista Rodriguésia, acesse <http://rodriguesia.jbrj.gov.br/>.

pelos órgãos ambientais. Isso diminuirá as surpresas pelo caminho e antecipará informações para o planejamento da lavra. Atuamos também de forma próxima com equipes de Recuperação de Áreas Degradadas, para as quais o processo desenvolvido aqui será muito útil para o acompanhamento da progressão do processo de recuperação”, projeta Guilherme.

O diretor científico do ITV-DS, José Oswaldo Siqueira, lembra que os órgãos ambientais reguladores da atividade mineradora veem essa pesquisa como extremamente relevante, porque os resultados obtidos podem simplificar seus processos.

"A legislação brasileira é baseada na precaução, ou seja, quando não há conhecimento sobre determinadas plantas ou animais, impede-se a lavra. Por isso, os estudos genômicos e metagenômicos mostram-se muito úteis, inclusive em áreas de caverna, onde há, por exemplo, troglóbios raros (animais invertebrados) e não identificados pela taxonomia convencional. Usando as novas técnicas, é possível identificar a existência dos troglóbios em outros lugares, o que é cientificamente relevante, pois amplia o conhecimento sobre eles e favorece a sua preservação, além de comprovar que aquela cavidade não precisa necessariamente ser de máxima proteção. Esses estudos apontam também para um direcionamento importante do trabalho do ITV e da perspectiva de nossos profissionais:



Ricardo Teles

Guilherme Oliveira, pesquisador titular do ITV-DS, no laboratório de plantas, junto a espécies nativas da canga de Carajás

fazer pesquisa de qualidade e profundidade, com aplicações práticas”, ressalta Siqueira.

O compartilhamento do conhecimento gerado beneficia, ainda, toda a sociedade. O Museu Emílio Goeldi, de Belém, recebeu as exsicatas (exemplares das plantas dessecados e prensados), provenientes do trabalho de campo dos taxonomistas, para o seu herbário. Bancos de dados de

acesso mundial, como GenBank e BOLDSystem, disponibilizarão informações da pesquisa aos interessados em seus resultados.

E a Revista Rodriguésia, editada pelo Jardim Botânico do Rio de Janeiro – a mais importante do país em seu segmento –, publicou quatro volumes dedicados exclusivamente a divulgar o estudo completo da flora de cangas de Carajás. ■

Pesquisa viabilizará o plantio de jaborandi

Desde 2016, uma pesquisa vem sendo feita especificamente em relação ao *Pilocarpus microphyllus*, o jaborandi, com o objetivo de viabilizar o plantio da espécie, ameaçada de extinção pela exploração comercial, em benefício da comunidade que vive do extrativismo da planta na Floresta Nacional (Flona) de Carajás. O jaborandi é a única fonte do composto pilocarpina, que tem como uma de suas principais características ser o princípio ativo de medicamentos para combater o glaucoma.

Realizado pelo ITV-DS em parceria com a Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), o ICMBio, a Centroflora e a Vale, o estudo busca entender, entre outros fatores, quais os tipos genéticos de jaborandi mais capazes de produzir pilocarpina e, entre estes, quais deles se desenvolverão bem no ambiente onde vivem os folheiros – pessoas que coletam as folhas das plantas.

Para isso, está sendo feito o sequenciamento do genoma dos jaborandis, de maneira a gerar o genoma de referência, base do estudo. Assim, a partir da avaliação de vários indivíduos, será possível saber quais são os mais eficientes. Já foi produzido, com a pesquisa, um grande volume de informações sobre o genoma da planta, e um Banco Ativo de



Ricardo Teles

Pesquisadoras Cinthia Bandeira e Wesley Rangel, no ITV-DS

Germoplasma foi criado para, a partir do ano que vem, possibilitar a produção das mudas que garantirão o plantio por parte dos folheiros.

Como o genoma do jaborandi é grande, equivale a uma vez e meia o genoma humano, vem sendo

necessário usar tecnologias diferentes para gerar o genoma de referência que, em consequência, permitirá a seleção de indivíduos. Um desafio que motivou inclusive o aumento da capacidade de processamento computacional e a inclusão de novas tecnologias no ITV-DS. ■

Comentários, sugestões
ou dúvidas?

Escreva para MAIS@vale.com

#02 | 2018/11
MAIS

Mineração: Atitude e Inovação Sustentável

Descobridores aprenderam
a encontrar riquezas.
Redescobridores investem
em pesquisas para preservar
o meio ambiente.



descobridores

Luciano Costa, pesquisador do
Instituto Tecnológico Vale - PA

São as redescobertas que estão melhorando o mundo.

E o Instituto Tecnológico Vale investe em pesquisas e estudos inovadores,
como o uso de microchips em abelhas que ajudam a entender a contribuição
desses insetos na manutenção da biodiversidade da floresta.

Acesse vale.com/redescobridores

Redescobrir é a nossa natureza.

