

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
AGR99006 - DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**Fabíola Carenhatto Ferreira
00261336**

***Manejo do solo na recuperação de áreas degradadas pela mineração de saibro
e calcário a céu aberto***

PORTO ALEGRE, setembro de 2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
AGR99006 - DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Fabíola Carenhatto Ferreira
00261336

***Manejo do solo na recuperação de áreas degradadas pela mineração de saibro
e calcário a céu aberto***

Supervisor de campo do estágio: Engenheiro Agrônomo Ivanor Antônio Sinigaglia
Orientador acadêmico do estágio: Dr. Cimélio Bayer

COMISSÃO DE AVALIAÇÃO

Prof. Pedro Selbach Depto. de Solos (Coordenador)
Prof. Alberto Inda Jr. Depto. de Solos
Prof. Alexandre Kessler..... Depto. de Zootecnia
Prof.^a Carine Simione Depto. de Plantas Forrag. e Agromet.
Prof. Itamar Cristiano Nava Depto. de Plantas de Lavoura
Prof. José Antônio Martinelli..... Depto. de Fitossanidade
Prof. Sérgio Tomasini Depto. de Horticultura e Silvicultura

PORTO ALEGRE, setembro de 2019

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por me guiar no caminho que escolhi e pelas pessoas que nele tive a oportunidade de encontrar.

À minha família, em especial aos meus pais, Janice e Vilmar, por serem minha fortaleza e me apoiarem desde o princípio até aqui.

Aos meus amigos e colegas, à grande turma 15/1, e, sobretudo, à Paula, Rosiane, Andréia, Pedro, Larissa e Daisy, pela amizade e amparo durante o curso.

Aos meus professores, em especial meu orientador, Cimélio Bayer, pelo suporte e instrução fornecidos nos últimos anos, e aos integrantes de seu grupo de pesquisa, pelo companheirismo e auxílio na iniciação científica.

Ao meu supervisor de estágio, Ivanor Antônio Sinigaglia, pela oportunidade, disponibilidade, ajuda e ensinamentos, e a toda a equipe da Geoprospec, pelo acolhimento.

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul e à Faculdade de Agronomia, pela infraestrutura, incentivo e qualidade de formação.

RESUMO

O estágio curricular obrigatório foi desenvolvido na empresa de estratégia ambiental Geoprospec, no período de 07 de janeiro a 19 de março de 2019. Dentre os objetivos principais estavam a revisão de conceitos, aplicação de conhecimentos diversos, e aquisição de experiência na área ambiental. Atuou-se tanto na área de supervisão de empreendimentos, quanto na execução e elaboração de projetos e relatórios técnicos, em especial na vistoria de lavra de calcário, licenciamento de lavra de saibro e na supervisão de supressão de vegetação nativa. A ênfase no campo de mineração permitiu o aprendizado de novos conceitos e práticas, assim como a aplicação e adaptação daqueles abordados ao longo do curso de Agronomia, principalmente os relacionados ao manejo do solo.

Palavras-chave: Manejo do solo. Mineração. Recuperação de áreas degradadas.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Cava de extração de calcário a céu aberto em mina de Candiota, RS.....	14
Figura 2 - Dispositivos de controle dos processos de dinâmica superficial do solo e da qualidade da água que devem sofrer manutenção no empreendimento: (a) valeta e (b) bacia vegetada.....	15
Figura 3 - Processos que devem sofrer intervenção no empreendimento: (a) vertente de água sobre o piso da praça de estoque e (b) extravasamento de água em talude sul da cava de extração.	16
Figura 4 - Trecho da área de preservação permanente do arroio Caiena com pouco solo.....	17
Figura 5 - Talude de pilha de estéril revegetada há vinte anos, em estágio avançado de recuperação.	17
Figura 6 - Cava de extração de saibro a céu aberto em mina de Viamão, RS.....	18
Figura 7 - Processos de dinâmica superficial na área do empreendimento: (a) ravina em talude oeste da cava e (b) sulcos de erosão em bancada da cava.....	20
Figura 8 - Dispositivos de controle da erosão do solo e da qualidade da água que devem sofrer manutenção no empreendimento: (a) dique filtrante e (b) bacia de sedimentação.	20
Figura 9 - Erosão do solo no ponto de descarga da água sifonada, a sul da cava de extração.....	21
Figura 10 - Supressão da vegetação com diâmetro menor que 10 cm: (a) triturador florestal utilizado e (b) resíduo resultante.....	23
Figura 11 - Estrato regenerativo de arbóreas nativas em trecho de vegetação suprimido.....	24
Figura 12 - Epífitas realocadas para árvores adjacentes aos trechos suprimidos: (a) <i>Alatiglossum longipes</i> e (b) <i>Vriesea gigantea</i>	25

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANM	Agência Nacional de Mineração
APP	Área de Preservação Permanente
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
FEPAM	Fundação Estadual de Proteção Ambiental - RS
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
LOR	Licença de Operação de Regularização
PCA	Plano de Controle Ambiental

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. INSTITUIÇÃO.....	8
3. REFERENCIAL TEÓRICO	9
3.1. RECUPERAÇÃO DE ÁREA DEGRADADA PELA MINERAÇÃO	9
3.2. REMOÇÃO E ARMAZENAMENTO DO SOLO SUPERFICIAL	10
3.3. REPOSIÇÃO E MANEJO DO SOLO.....	11
3.4. CONTROLE DA CONTAMINAÇÃO DO SOLO	12
3.5. CONTROLE DOS PROCESSOS DE DINÂMICA SUPERFICIAL	12
3.6. MONITORAMENTO	13
4. ATIVIDADES REALIZADAS.....	14
4.1. VISTORIA TÉCNICA EM LAVRA DE CALCÁRIO.....	14
4.2. LICENCIAMENTO DE LAVRA DE SAIBRO.....	18
4.3. SUPERVISÃO DE SUPRESSÃO DE VEGETAÇÃO NATIVA.....	22
5. DISCUSSÃO	26
5.1. ASPECTOS LEGAIS.....	26
5.2. ASPECTOS EDÁFICOS.....	26
5.3. ASPECTOS ECOLÓGICOS.....	28
5.4. ASPECTOS DE PLANEJAMENTO E GESTÃO.....	28
5.5. MONITORAMENTO	29
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	30
REFERÊNCIAS.....	31
GLOSSÁRIO.....	34
APÊNDICE A - Relação de documentos exigidos pela FEPAM no processo de requerimento de licença de operação de regularização, para lavra de saibro a céu aberto, de médio porte e com recuperação de área degradada	35

1. INTRODUÇÃO

O estágio curricular obrigatório, realizado de 07 de janeiro a 19 de março de 2019, foi desenvolvido na empresa gaúcha de estratégia ambiental Geoprospec, com sede em Porto Alegre, RS. A supervisão das atividades desempenhadas foi executada pelo Engenheiro Agrônomo Ivanor Antônio Sinigaglia.

O quadro técnico da empresa é multidisciplinar e atua elaborando projetos e estudos ambientais e geológicos, assim como monitorando os empreendimentos durante sua execução e mesmo após seu fechamento, trabalhando com orientação técnica e como interface com órgãos ambientais.

O estágio, apesar de representar apenas uma seção da Agronomia, foi bastante abrangente, tendo sido elegido com o objetivo de revisar conceitos, colocar em prática conhecimentos diversos e obter experiência dentro do campo ambiental, o qual, para os alunos que optam por outros segmentos, recebe pouca atenção durante o curso, ainda que necessário a qualquer uma das demais áreas.

Durante o período, surgiu a oportunidade de atuar tanto em projetos, quanto na execução e supervisão ambiental de empreendimentos em operação, com ênfase no campo da mineração, o que possibilitou o acompanhamento e aprendizado de práticas além daquelas abordadas na formação escolhida dentro da Agronomia.

No presente trabalho, serão descritas e discutidas as atividades desenvolvidas durante o estágio, destacando-se o tema manejo do solo na recuperação de áreas degradadas pela mineração.

2. INSTITUIÇÃO

A empresa de estratégia ambiental Geoprospec, sediada na capital do estado, Porto Alegre, foi fundada no ano de 1983 e, dispondo de uma equipe de apoio, idealizada para prestar consultoria e assistência técnica a instituições públicas e privadas, garantindo a sustentabilidade de seus empreendimentos.

Contando com um grupo técnico multidisciplinar, a empresa elabora projetos e estudos ambientais e geológicos, além de realizar a supervisão e o monitoramento de empreendimentos, com a missão de perpetuá-los.

Na área de projetos, a instituição atua na obtenção de licenciamentos ambientais, em investigações geotécnicas e com o desenvolvimento de projetos e estudos em meio ambiente e mineração, os quais envolvem o manejo de fauna e flora, recursos hídricos, gestão de resíduos, pesquisa e prospecção de minérios, planejamento e avaliação de jazidas e o fechamento de minas, entre outros.

A Geoprospec oferece, também, serviços nas áreas de supervisão e monitoramento, educação e treinamento, e estratégia e gestão ambiental, garantindo a correta execução das operações e o atendimento das normas ambientais vigentes, atuando como fonte de orientação técnica e interface para com os órgãos ambientais.

No mercado há 36 anos, a empresa se expandiu, ampliou as atividades e, atualmente, baseada no modelo de gestão ambiental empresarial, além da sustentabilidade, trabalha com a viabilidade técnica dos empreendimentos de seus clientes, tendo se tornado a única empresa de estratégia ambiental do país.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

Através de consulta à legislação, normas técnicas, livros e artigos científicos relacionados à recuperação de áreas degradadas pela mineração e ao manejo e práticas de conservação do solo na atividade, realizou-se a pesquisa bibliográfica que fundamentará o presente trabalho.

3.1. RECUPERAÇÃO DE ÁREA DEGRADADA PELA MINERAÇÃO

A recuperação de áreas degradadas pela atividade mineradora está prevista em lei, no artigo 225, § 2º, da Constituição da República Federativa do Brasil: “Aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei” (BRASIL, 2002).

O conceito de degradação e o objetivo da recuperação ambiental foram estabelecidos posteriormente, através do Decreto Federal nº 97.632:

Art. 2º Para efeito deste Decreto são considerados como degradação os processos resultantes dos danos ao meio ambiente, pelos quais se perdem ou se reduzem algumas de suas propriedades, tais como, a qualidade ou capacidade produtiva dos recursos ambientais.

Art. 3º A recuperação deverá ter por objetivo o retorno do sítio degradado a uma forma de utilização, de acordo com um plano preestabelecido para o uso do solo, visando à obtenção de uma estabilidade do meio ambiente. (BRASIL, 1989)

Considerando o artigo 3º supracitado, o processo de recuperação, iniciado antes da mineração e estendido até após sua conclusão, deve ser planejado, ainda, junto à fase de abertura da mina, pois suas diretrizes dependem do uso futuro pretendido para a área (WILLIANS, BUGIN e REIS, 1990).

Assim como a estabilidade de bancadas e pilhas de estéril, a proteção dos recursos hídricos e o manejo da vegetação e da fauna, as práticas que envolvem o manejo e proteção do solo devem ser executadas simultaneamente à operação do empreendimento, diminuindo assim o passivo ambiental e o tempo entre seu fechamento e o alcance dos objetivos da recuperação (SÁNCHEZ, 2010).

Segundo Neri e Sánchez (2012), as práticas de manejo do solo aplicadas à recuperação ambiental em um empreendimento minerário compreendem a remoção,

armazenamento e reposição da camada superficial, tratos de superfície final e o controle da contaminação e dos processos de dinâmica superficial, atividades sistematizadas e detalhadas a seguir.

3.2. REMOÇÃO E ARMAZENAMENTO DO SOLO SUPERFICIAL

Os horizontes superficiais do solo não apenas possuem maior atividade da biota edáfica, como também comportam o banco de sementes da vegetação local, características que lhes confere potencial de uso como facilitador na recuperação de áreas degradadas, propriedade que pode ser preservada por meio da execução de uma série de práticas de manejo preconizada (SANTOS, 2017).

A camada superficial do solo das frentes de lavra e locais de pilha de estéril, previamente identificada e determinada, deve ser removida, sem que seja misturada a horizontes subjacentes, logo após a supressão da vegetação, a fim de evitarem-se perdas de solo e nutrientes e maior impacto sobre a fauna edáfica. Quando não houver solo superficial ou o mesmo apresentar elevada densidade de plantas invasoras, outros substratos, como material de camadas inferiores, devem ser quantificados para uso (WILLIANS, BUGIN e REIS, 1990).

A contaminação do solo superficial inviabiliza seu uso e gera custos de correção, devendo ser prevenida por meio de práticas como o decapeamento da área sem o trânsito de máquinas sobre a camada, e a manutenção e lavagem do maquinário em local apropriado, assim como a ocorrência de vazamentos deve ser evitada através da revisão preventiva das máquinas e equipamentos (NERI e SÁNCHEZ, 2012).

Preferencialmente, o solo deve ser utilizado assim que removido para não haver perdas de nutrientes ou atividade biológica, porém isso não ocorre frequentemente, sendo necessário seu armazenamento na área, o qual, recomenda-se, não deve exceder dois anos. O local de depósito do solo decapeado deve possuir mínima declividade, boa drenagem e ausência de trânsito de qualquer espécie, evitando-se problemas de lavagem do solo, acúmulo de água e umidade ou compactação (BITAR, 1997).

A manutenção do solo, em forma de pequenas pilhas, até 1,5 m de altura e 8 m³, reduz a compactação e melhora a circulação de ar, mimetizando em certo grau sua ocorrência natural e conservando alguns de seus atributos, além do potencial de

germinação do seu banco de sementes. Nos casos em que o período de estocagem for muito longo, preconiza-se a preservação da atividade biológica pela aeração do solo através do revolvimento periódico da massa (WILLIANS, BUGIN e REIS, 1990).

Quando a germinação espontânea da vegetação não ocorrer nas leiras de estocagem de solo, essas devem ser recobertas por serrapilheira proveniente de áreas que sofreram ou sofrerão intervenção, ou por espécies herbáceas, a fim de diminuir a ação do sol e da água da chuva na insolação e lixiviação das pilhas, além de manter a umidade e a atividade biológica do solo (NERI e SÁNCHEZ, 2012).

3.3. REPOSIÇÃO E MANEJO DO SOLO

O solo, anteriormente estocado ou decapeado, é utilizado na revegetação da área degradada com espessura pré-determinada, considerando o volume de solo disponível e a extensão da área a ser recuperada, buscando-se otimizar o uso do recurso. Para conformação topográfica, recomenda-se o uso de outro material, como camadas subjacentes, visto que o solo superficial é escasso (WILLIANS, BUGIN e REIS, 1990).

Da mesma forma, quando a disponibilidade de solo é insuficiente, deve-se complementar com outro material, seja inerte ou de alteração de rocha, pois o sucesso da recuperação depende da presença de substrato recobrimdo a superfície e sustentando o desenvolvimento vegetal (NERI e SÁNCHEZ, 2012).

A área deve ser descompactada antes de receber a camada de solo e o tráfego de máquinas e a circulação de animais devem ser evitados, nos casos em que se aplicam. A correção da acidez e fertilização do solo, após análise química e antecedendo a revegetação, são práticas preconizadas com o objetivo de favorecer o desenvolvimento e estabelecimento das espécies, facilitando a recuperação da área (CORRÊA, 2009).

A fertilização com adubação orgânica é recomendada, seja através da adubação verde, com resultados comprovados por Longo, Ribeiro e Melo (2011), ou da importação e aplicação de cobertura vegetal morta ou de resíduos como o lodo de esgoto, buscando-se elevar os teores de matéria orgânica e manter a umidade do solo (KITAMURA *et al.*, 2008).

3.4. CONTROLE DA CONTAMINAÇÃO DO SOLO

Segundo Neri e Sánchez (2012), o recebimento, armazenamento e abastecimento de combustível, assim como a manutenção e lavagem de máquinas e veículos, e a lubrificação e armazenamento de óleos usados, são as principais fontes de contaminação do solo na mineração de calcário e, portanto, pontos-chave a serem monitorados.

A prevenção deve ser realizada através da localização estratégica de oficinas mecânicas, tanques e área de lavagem de máquinas e equipamentos, assim como pela impermeabilização do piso dessas áreas, que deve ser concretado e cercado por canaletas que conduzam os efluentes para caixas separadoras de água e óleo, cujo material retido deve ser acondicionado e encaminhado para destino adequado (ABNT, 2013).

Os tanques de armazenamento de derivados do petróleo, potenciais fontes de contaminação, devem ser aéreos, facilitando as inspeções, além de possuírem bacias de contenção com volume capaz de reter todo o fluido armazenado, em caso de derramamento (ABNT, 2013). Ademais, os empreendimentos devem possuir plano de ação emergencial, com medidas de contenção, no caso de vazamento, e remediação, para possível contaminação do solo (NERI e SÁNCHEZ, 2012).

3.5. CONTROLE DOS PROCESSOS DE DINÂMICA SUPERFICIAL

A erosão e escorregamento são processos de dinâmica superficial do solo, que aumentam em locais de implantação de vias internas e áreas de apoio da mina e são reduzidos com a instalação de sistema de drenagem adequado, responsável por disciplinar o escoamento da água da chuva (WILLIANS, BUGIN e REIS, 1990).

O sistema de condução pode ser composto por canaletas, drenos e escadas hidráulicas, revestidos com concreto, sacos solo-cimento ou o próprio estéril, diminuindo assim a erosão do terreno onde localizam-se os dispositivos, além de aumentar sua durabilidade (BITAR, 1997).

O escoamento dirigido pelo sistema de drenagem carrega sedimentos que devem ser retidos em dispositivos como bacias de decantação e diques filtrantes, antes de retornar à drenagem natural, ser reaproveitado ou conduzido a bacias de

infiltração, evitando assim outro gargalo dos processos de dinâmica superficial, que é o assoreamento de cursos hídricos (NERI e SÁNCHEZ, 2012).

3.6. MONITORAMENTO

O acompanhamento do processo de recuperação, durante a operação e após o fechamento da mina, permite o controle e até mesmo a demonstração do desempenho das práticas empregadas no empreendimento, assim como constante atualização e aperfeiçoamento das medidas executadas (SÁNCHEZ, 1994).

O monitoramento adequado depende da avaliação de indicadores apropriados, principalmente considerando-se o uso futuro da área. De acordo com as práticas edáficas preconizadas, atributos físicos, químicos e biológicos do solo, assim como parâmetros físicos e químicos de qualidade das águas superficiais devem ser acompanhados (BITAR, 1997).

Por fim, a elaboração de relatórios, com as análises e interpretações geradas a partir da avaliação dos indicadores, facilita a apresentação e visualização da evolução dos resultados obtidos e, por conseguinte, a execução de alterações no plano de manejo do solo (NERI e SÁNCHEZ, 2012).

4. ATIVIDADES REALIZADAS

Durante o estágio de 300 horas realizado na empresa Geoprospec, atuou-se tanto na área de supervisão e monitoramento de empreendimentos, quanto na de elaboração de projetos e estudos ambientais. As atividades acompanhadas e desempenhadas no período se encontram descritas a seguir.

4.1. VISTORIA TÉCNICA EM LAVRA DE CALCÁRIO

Acompanhou-se a atuação de profissional habilitado, durante vistoria técnica de monitoramento ambiental em uma mina de extração de calcário a céu aberto (Figura 1), com recuperação de área degradada e de grande porte e alto potencial poluidor, localizada no município de Candiota, RS.

Figura 1 - Cava de extração de calcário a céu aberto em mina de Candiota, RS.



No empreendimento, além da cava de extração do minério, havia uma praça de beneficiamento, para britagem primária do calcário; três pilhas de estéril, das quais uma já tinha atingido configuração final, tendo estado sob processo de recuperação por cerca de vinte anos; benfeitorias, como escritório e galpão para manutenção de máquinas; e os sistemas de drenagem da cava, praça de beneficiamento, vias internas e acessos, e pilhas de estéril.

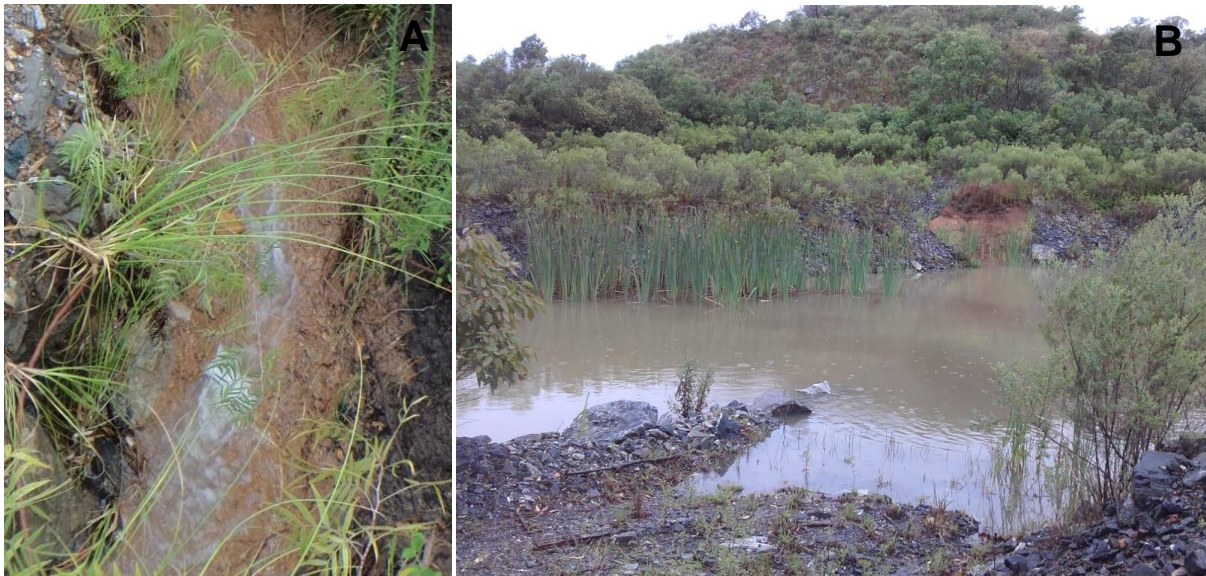
A extração do calcário se encontrava suspensa, já há algum tempo, por motivos comerciais, e as atividades que vinham sendo conduzidas na área se

resumiam as de recuperação ambiental e manutenção periódica, mantendo-se as condições necessárias à operação da mina para quando essa fosse retomada.

Em 2013, para avanço da área de lavra, houve o deslocamento de trecho (1290 m) da calha do Caiena, arroio que coincidia com a cava da mina. Sua área de preservação permanente (APP) se encontrava em processo de recuperação, assim como as bancadas das pilhas de estéril que já haviam atingido a configuração final.

Durante a vistoria, analisou-se o estado dos sistemas de drenagem do empreendimento, compostos por valetas de condução das águas superficiais, bacias de sedimentação, uma delas vegetada com *Typha* sp., e diques filtrantes, construídos para evitar a erosão do solo da área e o carreamento de sólidos para o arroio, onde localizavam-se os pontos de descarga do escoamento. Foi verificada a necessidade de limpeza das valetas e bacias, as quais apresentavam grande carga de sedimentos (Figura 2a), visando manter a eficácia do sistema, além do replantio de *Typha* sp. na bacia vegetada, cuja abundância era baixa (Figura 2b).

Figura 2 - Dispositivos de controle dos processos de dinâmica superficial do solo e da qualidade da água que devem sofrer manutenção no empreendimento: (a) valeta e (b) bacia vegetada.



Por tratar-se de um período de chuvas, também foi possível observar a necessidade da construção de um dreno para escoamento das águas superficiais que estavam vertendo por cima do piso (Figura 3a), na praça de estoque da rocha de calcário, assim como da contenção do extravasamento de água ocorrente em ponto do talude sul da bancada superior da cava de extração (Figura 3b), através da construção de uma camada com argila compactada no local, redirecionando-se o fluxo para fora da cava, garantindo assim a estabilidade do talude.

Figura 3 - Processos que devem sofrer intervenção no empreendimento: (a) vertente de água sobre o piso da praça de estoque e (b) extravasamento de água em talude sul da cava de extração.



Como parte do monitoramento da APP do Caiena no trecho realocado, foram observados o estabelecimento das mudas anteriormente plantadas e da vegetação herbácea semeada, os pontos com pouco solo, além das espécies que melhor se adaptaram, ocorrendo em maior abundância na área. Entre essas, a vassoura (*Baccharis dracunculifolia* DC.), maricá (*Mimosa bimucronata* (DC.) Kuntze), pitangueira (*Eugenia uniflora* L.), açoita-cavalo (*Luehea divaricata* Mart. & Zucc.), aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi), timbaúva (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong) e aroeira-salsa (*Schinus molle* L.).

Identificou-se a necessidade de aumentar a camada de solo em porções menos espessas do trecho (Figura 4), utilizando material oriundo da limpeza das valetas e bacias de sedimentação, a fim de favorecer o estabelecimento das plantas, além do replantio de espécies herbáceas e arbustivas, principalmente as encontradas com maior frequência na área, pois a sobrevivência das mudas plantadas para a recuperação da APP, em geral, foi baixa.

Da mesma forma, foram verificadas outras áreas em processo de recuperação. A pilha de estéril, que atingiu configuração final e foi revegetada há aproximadamente 20 anos, apresentava bom desenvolvimento das plantas introduzidas e indícios de avanço no processo de regeneração natural (Figura 5), além do elevado aporte de massa na porção vegetada com acácia, encontrando-se sob estágio avançado de recuperação. As outras duas pilhas de estéril, apesar de não terem atingido ainda a conformação final, tiveram os taludes inferiores e de

acesso estabilizados e revegetados gradativamente, conforme a operação da mina. Nos pontos onde os trabalhos de recuperação são mais antigos, observou-se boa cobertura do solo e desenvolvimento das mudas implantadas, e a não ocorrência de processos erosivos no solo.

Figura 4 - Trecho da área de preservação permanente do arroio Caiena com pouco solo.



Figura 5 - Talude de pilha de estéril revegetada há vinte anos, em estágio avançado de recuperação.



Após a vistoria, realizou-se o cruzamento das atividades, que estavam sendo ou haviam sido desempenhadas no empreendimento recentemente, com as condicionantes da licença ambiental e cronograma correspondente à execução dos programas apresentados no Plano de Controle Ambiental (PCA) da área, visando organizar as informações e subsidiar futuros relatórios e planejamentos.

4.2. LICENCIAMENTO DE LAVRA DE SAIBRO

A partir de informações existentes e coletadas a campo, foram elaborados documentos solicitados pela FEPAM para emissão da licença de operação de regularização (LOR) de lavra de saibro a céu aberto (Figura 6), com recuperação de área degradada e de médio porte e potencial poluidor, localizada no município de Viamão, RS.

Figura 6 - Cava de extração de saibro a céu aberto em mina de Viamão, RS.



No empreendimento, a atividade de mineração esteve em operação de 1996 até 2014, quando, por conflitos com a legislação municipal, deixou de funcionar, com vigência da última licença até 2015. Diante da situação em que a mina se encontrava, fazia-se necessária a solicitação de uma LOR para posterior concessão de lavra pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), atual Agência Nacional de Mineração (ANM), e retomada das operações.

O processo de requerimento da LOR, para o empreendimento, exigia a elaboração e levantamento de planos, mapas, plantas e documentos relacionados ao imóvel e à atividade, tendo sido construídos, integral ou parcialmente, os arquivos destacados na lista do Apêndice A.

Dentre os dados utilizados na elaboração dos documentos, os geotécnicos e de fauna foram apenas revisados, enquanto os demais foram resgatados e sistematizados, a partir do PCA da mina e de documentos referentes a requerimentos de licenças anteriores. Dados também foram levantados a partir de

consultas a mapas, bancos de dados, órgãos, instruções normativas, resoluções e leis, estaduais e federais, e visita técnica ao empreendimento.

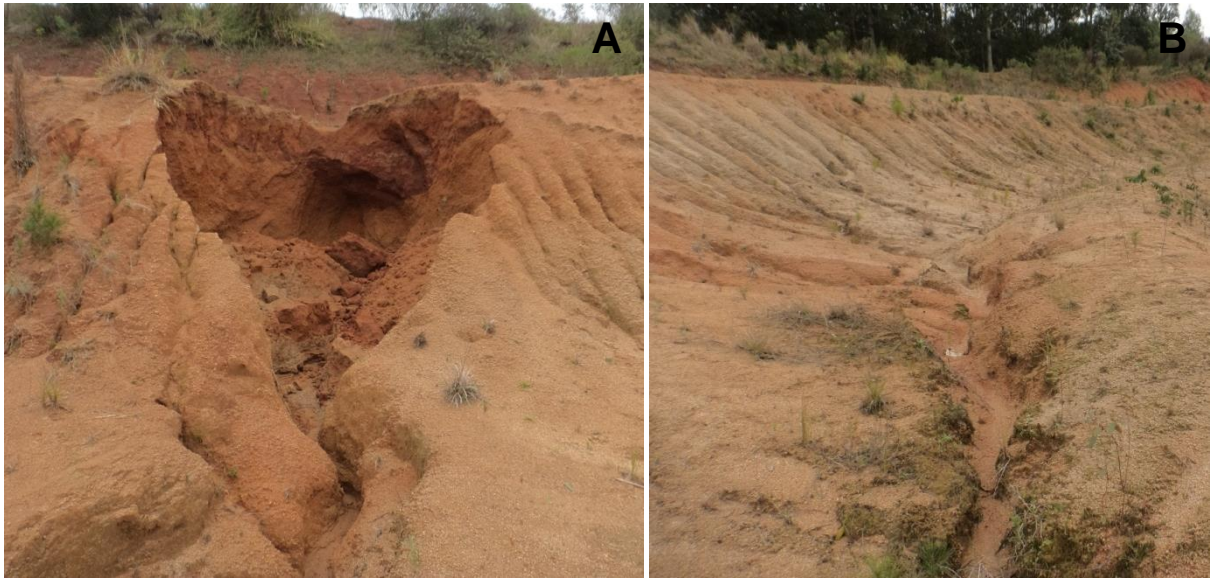
No levantamento a campo, foram observadas questões importantes a serem atendidas quando retomadas as atividades, como a necessidade de limpeza e poda da vegetação que avançou sobre o acesso à mina, a manutenção das condições de rolamento, e a implantação de um sistema de drenagem que evite a ocorrência de processos erosivos nas rampas próximas à cava, além da construção de leiras de segurança nas margens voltadas à pendente das pistas.

Parte dos taludes da cava já havia sido configurada, porém não houve reposição de solo superficial, nem implantação de técnicas de revegetação nos taludes e bermas, desfavorecendo o desenvolvimento de plantas ao longo das bancadas. Com exceção de pequenos trechos que apresentavam algum estabelecimento de plantas pioneiras, esses ambientes se encontravam quase totalmente descobertos ou com manchas da espécie exótica invasora *Pinus* sp., a qual deveria ser manejada, conduzindo-se um estrato nativo de regeneração.

A ocorrência de uma ravina foi registrada em um dos taludes já configurados (Figura 7a), a oeste da cava, conseqüente de um solapamento originado da diferença textural entre horizontes adjacentes do solo, necessitando interrupção de seu desenvolvimento e estabilização da área erodida e do solo no entorno, que também se encontrava sob ação de processos erosivos. De forma geral, apesar dos taludes já configurados atenderem ao previsto no PCA da área e as bermas possuírem inclinação negativa, observou-se muitos pontos com sulcos (Figura 7b), decorrentes de processos erosivos sobre as bancadas, principalmente devido à menor resistência da camada exposta e à incipiente cobertura do solo pela vegetação em regeneração, incapaz de recobrir o solo e realizar o controle do impacto das gotas de chuva e do escoamento superficial.

Diante da situação apresentada, fazia-se importante realizar a revegetação dos taludes e bermas já configurados, juntamente à reforma do sistema de drenagem e à implantação de pontos de passagem das águas pluviais entre os taludes, onde não havia saída para a topografia natural, a fim de disciplinar os fluxos e conduzir as águas superficiais da área de extração até a cava, de onde poderiam ser bombeadas para as bacias de sedimentação ou sifonadas, reduzindo assim a erosão e evitando o carreamento de partículas ao meio adjacente.

Figura 7 - Processos de dinâmica superficial na área do empreendimento: (a) ravina em talude oeste da cava e (b) sulcos de erosão em bancada da cava.



Identificou-se a necessidade de limpeza dos diques filtrantes (Figura 8a) e bacias de decantação de sedimentos (Figura 8b), localizados ao sul da lavra, e da bacia de acumulação e retenção de sólidos que se encontra junto à bomba. Posteriormente, os dispositivos deveriam ser mantidos sob manutenção periódica, buscando-se garantir sua conservação e a qualidade física da água que sai do empreendimento. Os sistemas de bombeamento e sifonamento presentes na mina se encontravam desativados e deveriam ser reinstalados quando retomadas as atividades.

Figura 8 - Dispositivos de controle da erosão do solo e da qualidade da água que devem sofrer manutenção no empreendimento: (a) dique filtrante e (b) bacia de sedimentação.



Quanto à descarga da água sifonada, constatou-se a ocorrência de processo erosivo no solo (Figura 9), necessitando alterar-se o local com maior frequência, a fim de que não fossem degradados, sucessivamente, diferentes sítios de descarga, ou optar-se pela ramificação terminal do sistema, dividindo e conduzindo o volume total de água por diversos pontos de saída concomitantes.

Figura 9 - Erosão do solo no ponto de descarga da água sifonada, a sul da cava de extração.



Solucionadas as questões levantadas sobre a drenagem dos fluxos superficiais, seria garantida a manutenção da qualidade do curso hídrico secundário que se encontrava a oeste da cava, pois corresponde ao destino final da água que escoava na área do empreendimento.

Além de realizado um diagnóstico geral da mina, atentou-se, em particular, para a flora local, tendo sido realizada a identificação da composição da área de preservação permanente em torno do curso d'água e, também, através do método de amostragem por parcelas, o levantamento da vegetação, estrato arbóreo e regenerativo, das áreas de frente de lavra, as quais seriam suprimidas à medida que a extração avançasse.

A vegetação existente no empreendimento não era contínua, estando bastante fragmentada pela existência de estradas de acesso, espécies exóticas invasoras, gramados e vassourais. Identificou-se dois indivíduos de figueira-da-folha-miúda (*Ficus cestrifolia* Schott), sendo que apenas um se encontrava na área de futura intervenção, ao sul da lavra, onde também ocorriam 64 indivíduos de jerivá, sendo um adulto e, os demais, plântulas com até 0,5 metros de altura, todos

os quais, após liberação da FEPAM, necessitariam ser transplantados para que ocorresse o avanço da lavra.

Os dados levantados dos indivíduos amostrados, como identificação, altura, e diâmetro à altura do peito, seriam utilizados, posteriormente, no inferimento da vegetação do restante da área e no computo do volume de madeira e do número de indivíduos a serem suprimidos, necessários ao cálculo da reposição florestal obrigatória.

4.3. SUPERVISÃO DE SUPRESSÃO DE VEGETAÇÃO NATIVA

Junto a profissional habilitado, assistiu-se à supressão de vegetação nativa, autorizada por licença ambiental emitida pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM), em área de empreendimento de futuro condomínio residencial, localizada no município de Guaíba, RS, e executou-se técnicas associadas a fim de minimizar os potenciais impactos da intervenção no meio.

A área de vegetação arbórea suprimida, correspondente a uma formação florestal em estágio médio de desenvolvimento, foi de 6.824 m², enquanto o restante, que seria manejado depois, 32.888,20 m², pertencia à formação campestre, pois, apesar de localizado em região de remanescentes vegetais próprios da Mata Atlântica, o empreendimento está inserido no Bioma Pampa (BRASIL, 2007).

Primeiramente, todos os trechos foram delimitados topograficamente por profissionais contratados, com o objetivo de restringir o corte às porções autorizadas. Orientou-se, então, a equipe que realizaria o manejo da vegetação quanto às porções a serem suprimidas e ao uso de equipamento de proteção individual durante a execução das atividades, dada sua importância para a segurança dos colaboradores.

As atividades de supressão de mata, assim como as técnicas associadas, foram planejadas e realizadas progressivamente, por parcelas, em sentido que permitiu a migração da fauna para a APP e áreas de vegetação nativa remanescentes, dentro e em torno do empreendimento.

Precedendo o início da intervenção em cada trecho, realizou-se vistorias para verificar a necessidade de afugentamento da fauna, captura de animais silvestres, ou isolamento da área, no caso de ninhos ativos, assim como a ocorrência de

epífitas, a fim de realocá-las em áreas mantidas íntegras no empreendimento. As espécies arbóreas imunes ao corte ou protegidas seriam transplantadas posteriormente.

Após a vistoria técnica e liberação de cada parcela, acompanhou-se o corte, realizado com motosserra registrada junto ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), das árvores de diâmetro maior que 10 cm, por profissionais contratados. O restante da vegetação foi suprimido com uso de um triturador florestal acoplado a um trator (Figura 10a), conduzido por funcionário capacitado, reduzindo todo o material de diâmetro menor que 10 cm a resíduo, que permaneceu como cobertura na própria área manejada (Figura 10b).

Figura 10 - Supressão da vegetação com diâmetro menor que 10 cm: (a) triturador florestal utilizado e (b) resíduo resultante.



Todas as manobras de corte e local de queda foram previamente planejadas de modo a minimizar os impactos sobre a vegetação do entorno e respeitar os limites da supressão, bem como atender às questões referentes à segurança no local de trabalho.

Durante as vistorias e ao longo das atividades, nenhum animal silvestre foi encontrado nas parcelas manejadas, fato associado à circulação contínua de cavalos no terreno, como uso anterior da área, e à movimentação de máquinas, veículos e pessoas, vinculada à supressão. Nenhum ninho ativo foi identificado, tendo sido avistada, apenas, a atividade de aves em árvores mais isoladas da área, que não sofreram intervenção.

Os trechos de vegetação arbórea suprimidos, em geral, se encontravam em bom estado de conservação e desenvolvimento, e mesmo havendo variações na estrutura, principalmente nas bordas, em relação ao interior das parcelas, predominavam indivíduos com diâmetro à altura do peito entre 5 e 10 cm. Além de dossel e serrapilheira, as áreas apresentavam um estrato regenerativo abundante de arbóreas nativas (Figura 11), presença de trepadeiras lenhosas e pontos com densos emaranhados ao nível do solo, formados pela liana exótica *Asparagus setaceus* (Kunth) Jessop. Com menor frequência, encontrava-se epífitas como orquídeas e bromélias.

Figura 11 - Estrato regenerativo de arbóreas nativas em trecho de vegetação suprimido.



As epífitas encontradas foram realocadas, dando-se preferência ao transplante das mesmas, principalmente as maiores, junto ao substrato onde estavam presas, buscando-se além de uma melhor fixação, realizada com o auxílio de barbantes, potencializar a sobrevivência das plantas, cujos destinos foram árvores adjacentes aos trechos suprimidos, que não sofreriam intervenção durante qualquer etapa do empreendimento. Ao fim do manejo da vegetação, contabilizou-se o transplante de 27 epífitas que se encontravam na área de mata suprimida, sendo 5 orquídeas, da espécie *Alatiglossum longipes* (Lindl.) Baptista (Figura 12a), e 22 bromeliáceas, *Vriesea gigantea* Gaudich (Figura 12b).

Figura 12 - Epífitas realocadas para árvores adjacentes aos trechos suprimidos: (a) *Alatiglossum longipes* e (b) *Vriesea gigantea*.



No momento da vistoria de uma das parcelas que seria manejada, encontrou-se um espécime de jerivá (*Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman) que não havia sido identificado durante o levantamento da vegetação realizado em etapa anterior à supressão, o qual foi georreferenciado e isolado para posterior transplante.

Quanto ao material vegetal resultante do corte, as plantas não trituradas, com diâmetro maior que 10 cm, tiveram a madeira repicada em lenha de cerca de 1m de comprimento, separadas e empilhadas, resultando em um total de 165,7 mst de lenha, o que equivale a 110,4 m³, volume mantido no empreendimento, onde seria totalmente consumido.

Considerando a realidade encontrada na área, realizou-se, efetivamente, portanto, a supervisão do corte e supressão da vegetação, a orientação da equipe de execução, a verificação da licença dos equipamentos utilizados, o planejamento da atividade visando o afugentamento da fauna, a realocação de epífitas encontradas nos trechos manejados, a identificação de espécies imunes ou protegidas, para posterior transplante, e a cubagem da lenha gerada, elaborando-se, por fim, um relatório detalhado das operações.

5. DISCUSSÃO

Nesta seção, além do manejo do solo, serão discutidos temas que se mostraram pertinentes à medida que se acompanhou, discutiu e pesquisou, dentro e fora do estágio, o campo tão amplo que é a recuperação de áreas degradadas pela mineração.

5.1. ASPECTOS LEGAIS

Se por um lado, considera-se que o processo de licenciamento está cada vez mais simplificado e fragilizado (BARROS, 2017), por outro, percebe-se um engessamento na interpretação das condicionantes pela maioria dos técnicos de órgãos de fiscalização ambiental, destacando-se a importância do diálogo entre o empreendedor e o órgão de fiscalização, assim como de profissionais habilitados para estabelecer essa comunicação.

Ainda assim, Neri e Sánchez (2010) constataram que as minas de calcário submetidas ao licenciamento foram as que apresentaram maior conformidade com práticas de planejamento e gestão preconizadas, mesmo que, de forma geral, as empresas não estivessem adotando medidas totalmente eficazes para o sucesso da recuperação.

5.2. ASPECTOS EDÁFICOS

Apesar de existirem programas e planos de manejo e conservação do solo, na prática, percebe-se pouca atenção com o armazenamento ou manutenção dos atributos do solo superficial, o qual é considerado mais como um suporte para o crescimento vegetal do que como um meio vivo do qual depende o sucesso do processo de recuperação (LONGO, RIBEIRO e MELO, 2011).

Na mina de Candiota, por exemplo, identificou-se a necessidade de aumentar a camada de solo em porções da APP do trecho realocado do Caiena, pois a pouca profundidade resultou em baixo estabelecimento das mudas plantadas no programa de revegetação, enquanto em Viamão, a não reposição de solo superficial nas bancadas resultou em incipiente desenvolvimento de plantas, encontrando-se mais exemplares exóticos que nativos, reiterando sua importância na recuperação.

Em uma lavra de calcário no município de São Gabriel, RS, por orientação do profissional responsável, há alguns anos, o solo decapeado na abertura de porção da frente de lavra foi descartado na pilha de estéril, ainda ativa, o que não apenas atrapalhou e encareceu o processo de recuperação, diminuindo um bem que já é escasso, como também interferiu na estabilidade da pilha.

Outra questão considerável nesse segmento é a adubação, uma prática essencial de trato da superfície final, a qual visa melhorar a qualidade do solo e deveria mimetizar as condições químicas naturais da área, favorecendo o desenvolvimento de espécies nativas, pouco exigentes em fertilidade (CORRÊA, 2009), mas que por vezes é realizada de forma inadequada, quando realizada, tornando o substrato muito fértil, condição em que espécies exóticas têm mais vantagens na competição.

Técnica pouco utilizada, mas que pode se mostrar tão importante quanto aumentar a fertilidade do solo, é a inoculação do meio com microrganismos, que, em associação com as plantas, auxiliam no processo de recuperação do substrato (ARAÚJO e HUNGRIA, 1994).

O sistema de drenagem, também ponto fundamental, além de conservar o solo no empreendimento, assegura a qualidade da água que escoar na área, constituindo um método barato e eficaz, desde que bem dimensionado e com manutenção adequada (NERI e SÁNCHEZ, 2012).

Na mina de Candiota, por exemplo, constatou-se a necessidade de limpeza das valetas e bacias, buscando-se manter o funcionamento apropriado do sistema, o qual forneceria, ainda, a partir da carga de sedimentos acumulada, substrato para uso na recuperação da APP do Caiena, enquanto em Viamão, a reforma do sistema de drenagem foi considerada necessária, pois em muitos pontos se encontrava deficiente, resultando em processos de dinâmica superficial.

Quanto às práticas de controle de contaminação do solo, ambos os empreendimentos estavam com as operações suspensas, sendo que em Viamão não há, nem está prevista a instalação de estrutura para recebimento, transferência e tancagem de combustível no local, enquanto em Candiota, apesar do posto se encontrar desativado, a área está adequada, com piso impermeabilizado, bacia de contenção e canaletas convergindo para caixa separadora.

Considerando as fraquezas discutidas e encontradas nessa parcela do processo, evidencia-se a importância da atuação do Engenheiro Agrônomo junto ao

corpo técnico responsável pelo planejamento e supervisão da recuperação, pois é um dos profissionais mais habilitados para enxergar e manejar o solo de forma holística e como parte essencial do ecossistema.

5.3. ASPECTOS ECOLÓGICOS

Dentre as técnicas de revegetação, ainda é muito utilizado o plantio de mudas em área total, quando o plantio em núcleos pode apresentar maior sucesso e menor custo de estabelecimento (REIS, TRES e BECHARA, 2006), e a semeadura a lanço tem se mostrado uma técnica viável e promissora que despende menos mão de obra e investimento (ARAKI, 2005).

Exemplo disso é o caso da recuperação da APP do Caiena, onde boa parte das mudas não sobreviveu e o plantio deverá ser realizado novamente, necessitando mais aporte de recursos à recuperação.

Em Viamão, aliada à menor resistência da camada exposta, a falta de recobrimento das bancadas e da ação mecânica da vegetação no amortecimento do impacto da gota da chuva e na velocidade do escoamento superficial, devido a não aplicação do programa de revegetação, resultou em processos erosivos e uma ravina em um dos taludes da cava.

Por outro lado, o acompanhamento da supressão da vegetação nativa reforçou a importância da realocação de epífitas, transplante de espécies protegidas e afugentamento da fauna na redução dos impactos resultantes da interferência no ambiente, seja qual for a atividade em que necessitar ser executada.

5.4. ASPECTOS DE PLANEJAMENTO E GESTÃO

A grande rotatividade de funcionários, responsáveis técnicos pela implementação das medidas de recuperação, foi identificada como uma dificuldade, pois gera uma necessidade cíclica de entendimento e adaptação ao funcionamento do empreendimento e às medidas do plano desenvolvido, nem sempre resultando em colaboração para com o processo da recuperação.

A provisão de recursos para implantação, manutenção e monitoramento das práticas, por parte da empresa, também não é uma variável manejável

tecnicamente, mas que afeta direta e altamente o sucesso da recuperação da área degradada (NERI e SÁNCHEZ, 2012).

Identificou-se, ainda, a necessidade de profissional habilitado, no corpo técnico das empresas de consultoria ambiental, para realizar o diagnóstico e monitoramento do meio socioeconômico, além de prever impactos na comunidade e estabelecer medidas mitigadoras, visto que é uma questão muito delicada e que, quando comparada ao diagnóstico dos meios físico e ambiental, por exemplo, recebe pouca ou inadequada atenção, carecendo de uma maior expressão.

5.5. MONITORAMENTO

O processo de recuperação das áreas degradadas, quando iniciado durante o funcionamento da mina, diminui custos e impactos ambientais (WILLIANS, BUGIN e REIS, 1990), mas, na prática, também é fundamental, pois depois de finalizadas as atividades há certa resistência das empresas em despender recursos e esforços para o fim, sendo que o retorno econômico da operação já cessou.

Em Candiota, a mina esteve sob processo de recuperação durante a operação e ainda continua, apresentando bons resultados, enquanto na saibreira de Viamão, foram identificados muitos pontos a serem corrigidos devido a não aplicação e manutenção das práticas preconizadas.

O monitoramento contínuo e adaptativo é essencial, transformando cada mina em uma área de experimentação, onde é possível aprimorar e adaptar as práticas constantemente, a partir da avaliação de seus resultados dentro daquele ambiente específico, visto que muito do que existe na teoria não se aplica ou se comporta da mesma forma em todo lugar (NERI e SÁNCHEZ, 2012).

Dispor de um plano de monitoramento com indicadores bem definidos é de fundamental importância para a visualização da recuperação da área, visto que os processos são lentos e nem todos visíveis (BRANCALION *et al.*, 2012). Esse plano existe para a mina de Candiota, estando relacionado principalmente a atributos químicos do solo.

Constatou-se, também, um gargalo no monitoramento da área, visto que o mesmo é realizado, muitas vezes, de forma pontual, avaliando-se isoladamente questões de cada condicionante da licença, apesar de, na prática, os processos ocorrerem de forma integrada.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Atingiu-se os objetivos propostos quando da realização do estágio, tendo o mesmo contribuído não apenas para o conhecimento e desenvolvimento no âmbito profissional, como para o crescimento pessoal.

Durante o período, diversas atividades, relacionadas principalmente à mineração, com ênfase em solo e vegetação, puderam ser realizadas ou acompanhadas, reafirmando e exportando conceitos da teoria, abrangendo também assuntos que não são tratados com tanta frequência no curso de Agronomia.

Além de desempenhar atividades de estudo preliminar, planejamento, execução, processamento, interpretação e discussão de dados, monitoramento, orientação, supervisão e elaboração de relatórios técnicos, o estágio proporcionou a atuação conjunta com profissionais de outras áreas, como biólogos, geólogos e gestores ambientais, contato muito importante à complementação da formação acadêmica/profissional.

Por fim, reiterando o que já foi discutido no presente trabalho, independente da recuperação de áreas degradadas pela mineração se tratar de um campo específico, e que, portanto, é pouco abordado na Agronomia, as bases discutidas no curso continuam aplicáveis a qualquer área, desde que sistematizadas e adaptadas a cada situação, fazendo com que o Engenheiro Agrônomo seja um dos profissionais mais habilitados para planejar, executar, supervisionar e monitorar o manejo do solo realizados sob esse contexto de recuperação.

REFERÊNCIAS

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 17505**: armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.
- ARAKI, D. F. **Avaliação da sementeira a lanço de espécies florestais nativas para recuperação de áreas degradadas**. 2005. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005. Disponível em:
http://lerf.eco.br/img/publicacoes/2005_09%20Avalia%C3%A7%C3%A3o%20da%20semeadura%20a%20lan%C3%A7o%20de%20esp%C3%A9cies%20florestais%20nativas%20para%20recupera%C3%A7%C3%A3o%20de%20%C3%A1reas%20degradadas.pdf. Acesso em: 16 set. 2019.
- ARAÚJO, R. S.; HUNGRIA, M. (ed.). **Microrganismos de importância agrícola**. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, 1994. (EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 44). Disponível em:
<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/199948/1/doc44.pdf>. Acesso em: 16 set. 2019.
- BARROS, J. N. **Legislação ambiental aplicada à mineração**. Cruz das Almas, BA: UFRB, 2017. [Especialização em Mineração e Meio Ambiente]. Disponível em:
https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/175231/1/Legislacao_Juliana.pdf. Acesso em: 16 set. 2019.
- BITAR, O. Y. **Avaliação da recuperação de áreas degradadas por mineração na região metropolitana de São Paulo**. 1997. Tese (Doutorado) - Departamento de Engenharia de Minas, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3134/tde-25102001-165349/publico/Tese.PDF>. Acesso em: 16 set. 2019.
- BRANCALION, P. H. S. *et al.* Avaliação e monitoramento de áreas em processo de restauração. In: MARTINS, S. V. **Restauração ecológica de ecossistemas degradados**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2012. p. 251-278. Disponível em:
[http://esalqlastrop.com.br/img/aulas/Cumbuca%206\(2\).pdf](http://esalqlastrop.com.br/img/aulas/Cumbuca%206(2).pdf). Acesso em: 16 set. 2019.
- BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Roma Victor, 2002. 320 p. Disponível em:
http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm. Acesso em: 16 set. 2019.
- BRASIL. Decreto Federal nº 97.632, de 10 de abril de 1989. Dispõe sobre a regulamentação do Artigo 2º, inciso VIII, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 12 abr. 1989. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/D97632.htm. Acesso em: 16 set. 2019.

BRASIL. Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências.

Diário Oficial da União, Brasília, DF, 09 jan. 2007. Disponível em:

https://www.mma.gov.br/images/arquivos/biomas/mata_atlantica/mapa_mata_atlantica_lei_11428_2006_e_decreto6660_2008.pdf. Acesso em: 16 set. 2019.

CORRÊA, R. S. **Recuperação de áreas degradadas pela mineração no cerrado: manual para revegetação**. Brasília, DF: EdUCB, 2009. 169 p.

KITAMURA, A. E. *et al.* Recuperação de um solo degradado com a aplicação de adubos verdes e lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 32, p. 405-416, 2008. Disponível em:

<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v32n1/38.pdf>. Acesso em: 16 set. 2019.

LONGO, R. M.; RIBEIRO, A. I.; MELO, W. J. Recuperação de solos degradados na exploração mineral de cassiterita: biomassa microbiana e atividade da desidrogenase. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 1, p.132-138, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/brag/v70n1/v70n1a19>. Acesso em: 16 set. 2019.

NERI, A. C.; SÁNCHEZ, L. E. A eficácia das medidas de recuperação ambiental implantadas em minas de calcário para cimento. **Revista Escola de Minas**, Ouro Preto, v. 63, n. 2, p. 371-378, abr./ jun. 2010. Disponível em:

<https://www.redalyc.org/pdf/564/56416596022.pdf>. Acesso em: 16 set. 2019.

NERI, A. C.; SÁNCHEZ, L. E. **Guia de boas práticas de recuperação ambiental em pedreiras e minas de calcário**. São Paulo: ABGE, 2012. 176 p.

REIS, A.; TRES, D. R.; BECHARA, F. C. A nucleação como novo paradigma na restauração ecológica: “espaço para o imprevisível”. *In*: SIMPÓSIO SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS COM ÊNFASE EM MATAS CILIARES E WORKSHOP SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS NO ESTADO DE SÃO PAULO: avaliação da aplicação e aprimoramento da resolução SMA 47/03, 2006, São Paulo. [Anais ...]. São Paulo: IB, 2006. p. 104-121. Disponível em: http://lerf.eco.br/img/publicacoes/2006_10%20A%20Nucleacao%20como%20Novo%20Paradigma%20na%20Restauracao%20Ecologica.pdf. Acesso em: 16 set. 2019.

SÁNCHEZ, L. E. Gerenciamento ambiental e a indústria de mineração. **Revista de Administração**, São Paulo, v. 29, n. 1, p. 67-75, jan./mar. 1994. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Luis_Sanchez39/publication/256088315_Gerenciamento_ambiental_e_a_industria_de_mineracao/links/0046352190094762f0000000/Gerenciamento-ambiental-e-a-industria-de-mineracao.pdf. Acesso em: 16 set. 2019.

SÁNCHEZ, L. E. Planejamento e gestão do processo de recuperação de áreas degradadas. *In*: FILIPPINI-ALBA, J.M. (org.). **Recuperação de áreas mineradas: a visão dos especialistas brasileiros**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2010. p. 103-121, 2010. Disponível em:

https://www.researchgate.net/profile/Luis_Sanchez39/publication/308701573_Planejamento_e_gestao_do_processo_de_recuperacao_de_areas_degradadas/links/57ec

0e5508ae92a5dbd05c24/Planejamento-e-gestao-do-processo-de-recuperacao-de-areas-degradadas.pdf. Acesso em: 16 set. 2019.

SANTOS, J. A. G. **Recuperação e reabilitação de áreas degradadas pela mineração**. Cruz das Almas, BA: UFRB, 2017. [Especialização em Mineração e Meio Ambiente]. Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/175225/2/recuperacao.pdf>. Acesso em: 16 set. 2019.

WILLIAMS, D. D.; BUGIN, A.; REIS, J. L. B. C. (coord.). **Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração: técnicas de revegetação**. Brasília, DF: IBAMA, 1990. 96 p.

GLOSSÁRIO

Bancada - Cada uma das camadas resultantes do processo de lavra; conjunto de talude e berma.

Berma - Plano horizontal da bancada.

Britagem - Fragmentação mecânica do minério.

Cava - Escavação realizada no terreno para extração de minério.

Decapeamento - Remoção do solo que se encontra sobre a rocha de minério.

Estéril - Material separado do minério antes do beneficiamento.

Lavra - O mesmo que mina.

Lavrar - Extrair o bem mineral.

Licença de Operação de Regularização - Ato administrativo que autoriza a operação, com as devidas condicionantes, de empreendimento não licenciado ou cuja licença de operação não esteja mais vigente, e não tenha tido renovação solicitada no prazo estabelecido.

Mina - Local de extração do bem mineral, e suas áreas de apoio.

Plano de Controle Ambiental - Documento exigido durante a obtenção da licença de instalação de empreendimento minerário, devendo conter uma apresentação, e o detalhamento de planos e programas elaborados a partir dos potenciais impactos da atividade e respectivas medidas mitigadoras.

Talude - Plano inclinado, escavado ou natural.

APÊNDICE A - Relação de documentos exigidos pela FEPAM no processo de requerimento de licença de operação de regularização, para lavra de saibro a céu aberto, de médio porte e com recuperação de área degradada

- Matrícula do Registro de Imóvel ou Comprovante de Propriedade
- Certidão da Prefeitura Municipal
- **Relatório do Histórico de Ocupação**
- **Anuência do Órgão Gestor da Unidade de Conservação Municipal**
- **Atestado da Concessionária de Abastecimento de Água**
- **Relatório Fotográfico e Ilustrativo**
- **Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos**
- **Plano de Emergência Individual**
- **Cronograma Físico**
- **Projeto Técnico**
- Requerimento na ANM (DNPM)
- **Projeto da Área de Tancagem**
- **Armazenamento de Combustíveis**
- **Caracterização da Unidade de Beneficiamento**
- Declaração do Superficiário
- **Avaliação de Ocorrência de Acidentes**
- **Descrição Geral do Empreendimento**
- **Diagnóstico Ambiental - Meio Físico**
- **Diagnóstico Ambiental - Meio Biótico: Flora**
- **Plano de Lavra I**
- **Plano de Fechamento de Minas**
- **Prognóstico de Implantação das Medidas de Controle, Mitigadoras e Compensatórias**
- Mapa Topográfico de Situação Regional
- Mapa Topográfico da Poligonal Ambiental
- Mapa Topográfico Geológico da Área de Influência Indireta
- Planta Planialtimétrica de Detalhe
- Planta Planialtimétrica de Configuração Final
- **Meio Socioeconômico**
- **Desmonte de Rocha**
- **Avaliação dos Impactos Ambientais**
- **Plano de Lavra II**
- **Diagnóstico Ambiental - Meio Biótico: Fauna**
- **Formulário para Licenciamento de Extração Mineral**