

**UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC
UNIDADE ACADÊMICA DE HUMANIDADES, CIÊNCIAS E
EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS
MESTRADO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

PATRÍCIA FIGUEIREDO CORRÊA

**AVALIAÇÃO DOS PLANOS DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS
DEGRADADAS PELA MINERAÇÃO DE ARGILA NO
MUNICÍPIO DE IÇARA, SANTA CATARINA**

**CRICIÚMA, SC
2014**

**UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC
UNIDADE ACADÊMICA DE HUMANIDADES, CIÊNCIAS E
EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS
MESTRADO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

PATRÍCIA FIGUEIREDO CORRÊA

**AValiação dos Planos de Recuperação de Áreas
Degradadas pela Mineração de Argila no
Município de Içara, Santa Catarina**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC), como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Área de Concentração: Ecologia e Gestão de Ambientes Alterados

Orientador: Prof. Dr. Robson dos Santos

**CRICIÚMA, SC
2014**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

C824a Corrêa, Patrícia Figueiredo.

Avaliação dos planos de recuperação de áreas degradadas pela mineração de argila no Município de Içara, Santa Catarina / Patrícia Figueiredo Corrêa; orientador: Robson dos Santos. – Criciúma, SC : Ed. do Autor, 2014.

78 p : il. ; 21 cm.

Dissertação (Mestrado) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Criciúma, SC, 2014.

1. Áreas degradadas – Recuperação. 2. Impacto Ambiental - Avaliação. 3. Argila – Minas e Mineração. I. Título.

CDD. 22ª ed. 333.714

Bibliotecária Rosângela Westrupp – CRB 14º/364
Biblioteca Central Prof. Eurico Back - UNESC



Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC
Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa e Extensão
Unidade Acadêmica de Humanidades, Ciências e Educação
Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais

PARECER

Os membros da Banca Examinadora homologada pelo Colegiado de Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (Mestrado) reuniram-se para realizar a arguição da Dissertação de MESTRADO apresentada pela candidata **PATRÍCIA FIGUEIREDO CORRÊA** sob o título: “**Avaliação dos planos de recuperação de áreas degradadas pela mineração de argila no município de Içara, Santa Catarina**”, para obtenção do grau de **MESTRE EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS** no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC. Após haver analisado o referido trabalho e arguido a candidata, os membros são de parecer pela “**APROVAÇÃO**” da Dissertação.

Criciúma, SC, 28 de março de 2014.

Prof.ª Dra. Mari Lucia Campos
Primeiro Examinador

Prof.ª Dra. Vanilde Citadini Zanette
Segundo Examinador

Prof. Dr. Robson dos Santos
Presidente da Banca e Orientador

*À Estelita, Daniel, Rodrigo e Daniele,
Sem vocês, eu nada seria.
Dedico!*

AGRADECIMENTOS

A Deus e ao Anjo da Guarda, pela luz e proteção no meu caminho.

Aos meus pais, pela dedicação incondicional, pela compreensão, amor, carinho e apoio em toda minha vida afetiva e profissional. Essa conquista é nossa!

Aos meus irmãos, por estarem sempre ao meu lado e, apesar de eu ser a caçula, hoje temos a mesma idade! E que me deram os presentes mais lindos da minha vida, meus sobrinhos bagunceiros, Cadu e Rafa.

Ao Prof. Dr. Robson dos Santos, pela oportunidade de ter ele como meu orientador. Pela paciência, compreensão, ensinamentos e amizade neste período.

Aos professores e colegas do Mestrado em Ciências Ambientais, pelos momentos incríveis, pelas experiências ímpares, e por toda a amizade que se estabeleceu entre nós.

A FAPESC pelo apoio financeiro.

Ao Alexandre Carniel Guimarães, gerente da Coordenadoria Regional de Criciúma da Fundação do Meio Ambiente de Santa Catarina (FATMA) por ter concedido a autorização para realização deste trabalho e pelo suporte dado, através de toda sua equipe.

Ao Ministério Público Federal, sede Criciúma, pelos materiais disponibilizados.

A COOPEMI, pelas informações e esclarecimentos cedidos.

As minhas irmãs de coração, as Bioloukas: Beatriz, Bruna, Gabriela, Mainara e Thereza, pela amizade incondicional, compressão, carinho, apoio nos momentos mais difíceis e risadas nos momentos mais alegres! Vocês me completam meninas!

A minha fiel amiga e também sobrevivente do mestrado Vanessa, que foi meu pilar em muitos momentos e que me escolheu pra ser o seu! Uma amizade que se fortaleceu a cada obstáculo que passávamos. Obrigada por estar ao meu lado amiga!

Aos meus amigos e colegas de trabalho Marcio Geremias, Jeancarlo e Fabiola, pela compreensão e apoio.

Aos meus amigos pretinhos Peterson e Guilherme, pela companhia, apoio em todos os momentos, e claro, pelas risadas!

A todas as pessoas que eu tive a felicidade de conviver e que fazem do Herbário Pe. Dr. Raulino Reitz (CRI) um “cantinho pra lá de especial”!

E a todos aqueles que direta ou indiretamente passaram por minha caminhada e contribuíram para que eu chegasse até aqui!

Cada dia que amanhece assemelha-se a uma página em branco, na qual gravamos os nossos pensamentos, ações e atitudes. Na essência, cada dia é a preparação de nosso próprio amanhã.

Chico Xavier

RESUMO

Este estudo teve por objetivo avaliar os Planos de Recuperação de Áreas Degradadas (PRADs) de mineração de argila no município de Içara, SC. A metodologia compreendeu a coleta e análise de dados sobre os processos de mineração de argila do acervo da Fundação do Meio Ambiente (FATMA) e visita *in loco* a três áreas em recuperação ambiental. Foram analisados 19 processos ambientais relacionados à mineração de argila em Içara, disponíveis no acervo da FATMA. Dos processos analisados, 16 foram processos passivos-ativos de mineração de argila (MIN) e três foram processos de restauração de passivos (REC). Após a análise do conteúdo dos PRADs, constatou-se que sua qualidade é questionável e muitas falhas foram detectadas na elaboração desses planos. Houve a proposição de 7 tipos de metodologias nos processos MIN e três tipos nos processos REC. A maioria dos usos futuros indicados da área foi para fins econômicos. Das três áreas visitadas *in loco*, uma está com processo de restauração concluído, outra está novamente em atividade de mineração e o processo da terceira está inválido, segundo o órgão ambiental. Há deficiência de recursos humanos e financeiros tanto do órgão ambiental para realizar análise e fiscalização mais criteriosa quanto por parte das mineradoras para elaborar estudos com mais qualidade. Recomenda-se a proposição de 2 metodologias de restauração para áreas mineradas por argila, uma utilizando os grupos funcionais de preenchimento e de diversidade e outra de acordo com o modelo ecológico de rugosidades.

Palavras-chave: Restauração ecológica. Restauração de área degradada. FATMA.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the Plans of Reclamation of Degraded Areas (PRDA) by clay mining in the town of Içara, SC. The methodology consisted in the collection and analysis of data on clay mining processes from the collection of the Environmental Foundation (FATMA) and visits *in loco* to 3 areas under going environmental restoration. Were analyzed 19 environmental processes concerning clay mining in Içara, available in the collection of FATMA. Out of the processes under analysis, 16 were passive-active processes on clay mining (MIN) and 3 were processes on restoration of liabilities (REC). After analyzing the content of PRDAs, we found out that their quality is questionable and many failures were detected in the preparation of these plans. There were 7 proposed methodology types in MIN processes and 3 methodology types in REC processes. Most indicated future uses of the area were for economic purposes. Out of the 3 areas visited *in loco*, one has already concluded its restoration process, another is again in mining activity, and the process of the third is invalid, according to the environmental agency. There is shortage of human and financial resources both in the environmental agency to conduct analysis and provide more careful inspection and in the mining companies to conduct higher-quality studies. We recommend proposing 2 methodologies to restore areas mined for clay, one using functional filling and diversity groups and another according to the ecological roughness model.

Keywords: Ecological restoration. Restoration of degraded areas. FATMA.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Localização do município de Içara, Sul de Santa Catarina... 37
- Figura 2 - Poligonal do processo DNPM nº 007.365/1941, onde se localizam as áreas 1 e 2 no município de Içara, SC. 38
- Figura 3 - Localização das áreas 1 e 2 no município de Içara, SC, com relação ao nº do processo do DNPM na qual pertencem..... 39
- Figura 4 - Poligonal do processo DNPM nº 815.679/2007, onde localiza-se a área 3 no município de Içara, SC. 39
- Figura 5 - Localização da área 3 no município de Içara, SC, com relação ao nº do processo do DNPM na qual pertence. 40
- Figura 6 – Vista parcial da Área 1, sem vegetação e apresentando solo exposto. Bairro Mineração, município de Içara, SC. 49
- Figura 7 - Vista parcial da Área 1, com vegetação herbácea e solo exposto. Bairro Mineração, município de Içara, SC. 50
- Figura 8 - Vista parcial da Área 1, com vegetação herbácea e processos erosivos. Bairro Mineração, município de Içara, SC..... 50
- Figura 9 - Vista parcial da área 2, apresentando a placa de identificação da área de recuperação fixada em outra área e a atividade de mineração sendo executada dentro da área em recuperação ambiental. Bairro Terceira Linha, município de Içara, SC..... 51
- Figura 10 - Vista parcial da área 2, apresentando vegetação herbácea e processos erosivos. Bairro Terceira Linha, município de Içara, SC..... 51

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Relação das metodologias de restauração, espécies e uso futuro indicados nos processos MIN, de áreas de extração de argila, no município de Içara, SC. Uso futuro indicado (Uso), onde: A = atividades agrícolas ou reserva legal (compensação ambiental), B = lazer, atividades agrícolas ou reserva legal (compensação ambiental), C = construção de galpões industriais, D = pastagem e plantio de eucalipto, E = sem indicação, F = cultivo de peixes e G = atividade agrícola..... 43
- Tabela 2 - Relação das metodologias de restauração, espécies e uso futuro indicados nos processos REC, de áreas de extração de argila, no município de Içara, SC. Uso futuro indicado (Uso), onde: A = construção de galpões para depósito de materiais, B = sem indicação, C = reserva legal. 48
- Tabela 3: Relação de espécies herbáceas citadas para restauração de áreas de extração de argila, no município de Içara, SC..... 62
- Tabela 4 - Definições de sustentabilidade do uso futuro..... 64

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	- Associação Brasileira de Normas Técnicas
AMREC	- Associação dos Municípios da Região Carbonífera Catarinense
CODAM/CRS	- Coordenadoria Regional de Criciúma
COOPEMI	- Cooperativa de Exploração Mineral
DNPM	- Departamento Nacional de Produção Mineral
EAS	- Estudo Ambiental Simplificado
EIA/RIMA	- Estudo de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto Ambiental
FATMA	- Fundação do Meio Ambiente (do Estado de Santa Catarina)
IBAMA	- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
LAP	- Licença Ambiental Prévia
LAI	- Licença Ambiental de Instalação
MIN	- Processos de Mineração
MPF	- Ministério Público Federal – Subseção Criciúma
PAE	- Plano de Aproveitamento Econômico
PCA	- Plano de Controle Ambiental
PRAD	- Plano de Recuperação de Áreas Degradadas
RAD	- Recuperação de áreas degradadas
REC	- Processos de Recuperação
SER	- <i>Society for Ecological Restoration International</i>
TAC	- Termo de Ajustamento de Conduta

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	23
1.1 OBJETIVOS	24
1.1.1 Objetivo geral	24
1.1.2 Objetivos específicos	24
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	25
2.1 MINERAÇÃO DE ARGILA	25
2.2 RESTAURAÇÃO AMBIENTAL	27
2.2.1 Plano de Recuperação de Área Degradada (PRAD)	31
2.2.2 Sucessão ecológica em áreas de recuperação	33
3 MATERIAIS E MÉTODO	36
3.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	36
3.2 METODOLOGIA	37
3.2.1 Termo de Ajustamento de Conduta – TAC	40
4 RESULTADOS	42
4.1 PROCESSOS MIN PASSIVOS-ATIVOS.....	43
4.2 PROCESSOS REC PASSIVOS.....	47
4.2.1 Visitas <i>in loco</i>	49
5 DISCUSSÃO	53
6 CONCLUSÃO	66
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	67
REFERÊNCIAS	69

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é detentor de grandes reservas minerais. No extremo sul de Santa Catarina, além do carvão, destaca-se a mineração de argila, matéria-prima utilizada principalmente pelas empresas ceramistas e olarias da região (DNPM, 2001).

Toda atividade de mineração resulta em impactos ambientais, independente do bem mineral que está sendo extraído. Esta atividade implica em supressão de vegetação, ou impedimento de sua regeneração, remoção da camada fértil do solo, exposição de solos aos processos erosivos que podem acarretar em assoreamento dos corpos d'água do entorno e comprometer a qualidade das águas dos rios e reservatórios da mesma bacia (MECHI; SANCHES, 2010). Outros impactos que podem ter efeitos danosos no equilíbrio dos ecossistemas são: a redução ou destruição de hábitat, o afugentamento da fauna, a morte de espécimes da fauna e da flora terrestres e aquáticas, incluindo eventuais espécies em extinção, interrupção de corredores de fluxos gênicos e de movimentação da biota (MECHI; SANCHES, 2010).

Em relação ao meio antrópico, a mineração pode causar não apenas o desconforto ambiental, mas também impactos à saúde causados pela poluição sonora, do ar, da água e do solo. Para Mechi e Sanches (2010) a desfiguração da paisagem é outro aspecto gerado pela mineração cujo impacto depende do volume de escavação e da visibilidade em razão de sua localização.

A regeneração natural destes ambientes impactados depende do banco de sementes que se encontra na camada superficial do solo, porém após a extração mineral, não resta qualquer fonte de regeneração (ZIMMERMANN; TREBIEN, 2001). Contudo, estas áreas necessitam da intervenção humana para a restauração e estabilidade do ecossistema. Esta intervenção se inicia por meio da elaboração de um Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD), que se configura como um instrumento que serve para nortear diretrizes para a restauração da área impactada, sendo que este projeto deve contemplar metodologias para a restauração do ambiente incluindo um nível de biodiversidade e de variabilidade na estrutura e funcionamento dos processos ecológicos da área (ENGEL; PARROTA, 2003).

O PRAD deve ser elaborado em paralelo com o Plano de Aproveitamento Econômico (PAE) e junto com os estudos ambientais necessários como: a) Estudo de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA), b) Estudo Ambiental Simplificado

(EAS), c) Plano de Controle Ambiental (PCA), dentre outros estudos exigidos pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) e pela Fundação do Meio Ambiente (FATMA).

Para isso, é importante que os profissionais da área ambiental elaborem os PRADs de forma precisa e específica garantindo sua eficiência quanto à restauração do ambiente.

A restauração de ecossistemas degradados vai além de uma formalidade legal e se fundamenta na obrigação de reparar o dano causado ao meio ambiente. Este dano pode ter origem, inclusive, em atividade permitida por lei, como no caso da mineração. A obrigação da restauração, prevista na legislação ambiental brasileira, não é de repor fisicamente a área exatamente como era antes, mas sim repor a área em uma situação de normalidade e estabilidade (CASTRO, 1988).

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

- ✓ Avaliar os Planos de Recuperação de Áreas Degradadas, por mineração de argila, do município de Içara, Santa Catarina.

1.1.2 Objetivos específicos

- ✓ Analisar os processos de licenciamento ambiental de mineração de argila, do município, verificando metodologias de restauração, espécies e uso futuro indicados;
- ✓ Avaliar *in loco* as condições do processo de recuperação ambiental em áreas degradadas pela mineração de argila do município.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 MINERAÇÃO DE ARGILA

A mineração é à base da sociedade industrial moderna, fornecendo matéria-prima para todos os demais setores da economia, sendo essencial ao desenvolvimento do país. No Brasil os depósitos minerais são bens públicos, extraídos por concessão do estado. Os efeitos ambientais e socioeconômicos do aproveitamento destes depósitos minerais dependem, principalmente, da forma na qual esta atividade será planejada e, principalmente, como será desenvolvida (BRANDT, 2001).

A atividade de mineração de argila a céu aberto é de grande importância para a economia, pois se trata de matéria-prima da indústria da construção civil. No extremo sul de Santa Catarina destaca-se a presença da argila como matéria-prima, que impulsiona a economia da região a tornando um dos principais pólos produtivos de tijolos, telhas e revestimentos cerâmicos (FIGUEREDO; SEVEGNANI; AUMOND, 2007; PAGNAN, 2012). Porém, a concentração de olarias e empresas cerâmicas nessa região constitui um forte problema ambiental (ZIMMERMANN; TREBIEN, 2001).

A mineração de argila é uma atividade econômica localmente vinculada à sua indústria de transformação. As matérias-primas produzidas caracterizam-se como minérios de baixo valor unitário, fazendo com que sua mineração opere de maneira a atender apenas sua própria cerâmica ou abasteça mercados locais (COELHO, 2009).

Segundo Cabral Junior et al. (2008), trata-se de setor com estrutura empresarial bastante assimétrica, pulverizada e de capital estritamente nacional, no qual coexistem pequenos empreendimentos familiares artesanais (olarias), cerâmicas de pequeno e médio porte, com deficiências de mecanização e gestão, e empreendimentos de médio e grande porte de tecnologia mais avançada (em escala de produção).

Na mineração de argila predomina empreendimentos de pequeno porte, com produções variando de 1.000 a 20.000 t.mês⁻¹, em minas com escavações mecânicas a céu aberto. De modo geral, as minas carecem de investimentos em modernizações tecnológicas e gerenciais necessárias ao aprimoramento do sistema de produção envolvendo pesquisa mineral, lavra e beneficiamento, sendo inexistentes programas de certificação quanto à qualidade e gestão ambiental (COELHO, 2009). Ocorre também que parte dos empreendimentos opera de maneira informal ou

em desacordo com a legislação mineral e ambiental, colocando em risco tanto o controle e a restauração ambiental das áreas mineradas, quanto o próprio abastecimento das cerâmicas.

O processo de mineração envolve a movimentação de grandes volumes de materiais, sendo necessária a remoção da camada superior do solo para a extração da argila. Porém, quando esta atividade é conduzida sem controle e não planejada, expõe significativamente o solo a processos erosivos que provocam sérias alterações ambientais e profundas modificações no equilíbrio ambiental dos ecossistemas (PILLON; MIURA; ALBA, 2010).

A degradação do solo pode ser entendida como a perda ou redução da energia do solo, uma vez que todas as funções e usos dependem de energia. Assim sendo, degradação do solo significa mudança do estado de equilíbrio, de maior para menor energia, onde os processos biológicos são alterados em alguma intensidade (DUARTE; CASAGRANDE, 2006).

Para o solo, o efeito será tanto maior quanto mais intensa for a ação destruidora sobre a vegetação, alterando ou eliminando a ciclagem de nutrientes. Além disso, o rompimento do equilíbrio pode ser maior ainda com a retirada da camada superficial do solo, o que se dá pela erosão, mineração, expansão urbana, etc. Como consequência, quanto mais distante estiver o solo do equilíbrio original, maior será a dificuldade para sua recuperação ou para a recuperação dos processos biológicos. (DUARTE; CASAGRANDE, 2006, p. 56).

Segundo Davide (2013) as áreas mineradas são caracterizadas por sofrerem degradação intensa, muitas vezes irreversível, sob o ponto de vista da restauração do ecossistema original. São áreas relativamente pequenas onde frequentemente ocorrem a supressão da vegetação, dos horizontes superficiais do solo, alterações hidrológicas e grandes alterações na paisagem original.

O impacto ambiental causado pela mineração pode ser tanto intenso, quanto extenso. Com relação à intensidade, o impacto depende de fatores como a topografia original, o volume total de material extraído, o método de lavra, a característica do material extraído e a relação quantidade de minério-rejeito-estéril. Quanto à extensão, destaca-se a erosão de material superficial pela chuva, que acaba poluindo recursos hídricos, refletindo em toda a bacia na qual a jazida

está inserida, fazendo com que os impactos se estendam à circunvizinhança da área (GRIFFITH, 1980; ZIMMERMANN; TREBIEN, 2001; REGENSBURGER, 2004).

O princípio a nortear a restauração de ecossistemas degradados, principalmente pela mineração, é restabelecer as funções do solo de modo a propiciar condições iniciais adequadas para a revegetação. A principal e mais difícil restauração a ser feita no solo degradado é qualitativa e diz respeito ao seu potencial para o desenvolvimento da vegetação, englobando retenção de água e nutrientes. A capacidade produtiva do solo, no entanto, depende também de fatores quantitativos. Os atributos qualitativos e quantitativos do solo estão presentes em suas propriedades químicas e físicas, além das microbiológicas. (DUARTE; CASAGRANDE, 2006).

2.2 RESTAURAÇÃO AMBIENTAL

A atividade de restauração é prevista na Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº. 6.938/81), que sugere a recuperação de área degradada como um dos princípios para “a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida” (BRASIL, 1981).

O Decreto nº. 97.632/89, que regulamenta o Artigo 2º da Lei nº. 6.989/81 determina que “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”. O mesmo decreto institui que “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).

Segundo o Manual de Recuperação de Áreas Degradadas pela Mineração (IBAMA, 1990) recuperação significa que o sítio degradado deverá retornar a uma forma e utilização de acordo com um plano preestabelecido para o uso do solo. Este sítio terá condições mínimas de estabelecer um novo equilíbrio dinâmico, desenvolvendo um novo solo e uma nova paisagem. Este manual também contempla outra terminologia utilizada, a **Reabilitação**, e a define como o retorno da área a um estado biológico apropriado. Este retorno pode ser tanto o uso produtivo da área em longo prazo, quanto à implantação de uma atividade que renderá lucros, ou atividades de recreação e valorização estético-ecológica.

A Lei nº 9.985/2000 define os termos **Recuperação** como “restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada a uma condição não degradada, que pode ser diferente de sua condição original” e **Restauração** como “restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada o mais próximo possível da sua condição original” (BRASIL, 2000).

Com os avanços nos estudos da Ecologia da Restauração, estas terminologias vêm se aprimorando, e atualmente utiliza-se o termo **Restauração Ecológica** para designar este processo de retorno de equilíbrio do ecossistema. Neste sentido, incorporam-se conhecimentos sobre os processos envolvidos na dinâmica de formações naturais remanescentes, fazendo com que os programas de restauração deixassem de ser mera aplicação de práticas agrônômicas ou silviculturais de plantios de espécies, visando apenas à reintrodução de espécies arbóreas numa dada área, para assumir a difícil tarefa de reconstrução das complexas interações ecológicas (RODRIGUES; BRANCALION; ISERNHAGEN, 2009).

A *Society for Ecological Restoration International* (SER) conceitua restauração como:

[...] a ciência, prática e arte de assistir e manejar a recuperação da integridade ecológica dos ecossistemas, incluindo um nível mínimo de biodiversidade e de variabilidade na estrutura e funcionamento dos processos ecológicos, considerando seus valores ecológicos, econômicos e sociais (RODRIGUES; BRANCALION; ISERNHAGEN, 2009, p. 14).

Recentemente, Aronson; Durigan; Brancalion (2011) publicaram o primeiro glossário em português sobre os conceitos e definições correlatos à ciência e à prática da restauração de ecossistemas degradados, danificados ou destruídos, que é um campo do conhecimento muito novo, no Brasil e no mundo. As mais variadas terminologias geram conflitos, e são interpretadas de maneira equivocada. Com isso, o artigo objetivou apresentar os termos para discussão do assunto fazendo com que sejam estabelecidas terminologias consensuais e consolidadas. As definições de termos relacionados à Restauração Ecológica são endossadas pela SER.

Segundo Aronson; Durigan; Brancalion (2011), os termos Reabilitação Ecológica, Recuperação Ambiental, Recuperação de Áreas Degradadas e Restauração são definidos como:

Reabilitação Ecológica (*Ecological Rehabilitation*): em sentido amplo, é a melhoria das funções do ecossistema sem que necessariamente se atinja um retorno a condições pré-distúrbios. Geralmente é dada ênfase à recuperação de processos e funções do ecossistema para aumentar o fluxo de serviços e benefícios às pessoas, mas sem que haja uma intenção explícita em se restabelecer a composição e estrutura originais do ecossistema. Atenção deve ser dada para que um dado processo ou função não seja fortemente favorecido, resultando em um ecossistema mais frágil ou vulnerável do que era antes. Contudo, quando não é possível retornar um ecossistema a um estado anterior ou condição ideal, a reabilitação é geralmente opção melhor do que a restauração.

Recuperação Ambiental (*Environmental Recuperation*): termo genérico aplicado a todas as atividades que visam melhorar as condições ambientais de um dado ecossistema degradado, podendo incluir ações de engenharia ecológica, recuperação de áreas degradadas, reabilitação ecológica e restauração ecológica. De forma geral, o uso desse termo deve ser evitado em projetos técnicos e instrumentos legais, pois gera ambigüidade com relação aos seus objetivos e metas. Esse termo, juntamente com seu equivalente Recuperação de Áreas Degradadas, deve ser adotado quando houver de fato a intenção de se referir às diferentes possibilidades envolvidas na melhoria da qualidade ambiental de ecossistemas degradados.

Recuperação de Áreas Degradadas (*Recuperation of Degraded Areas*): da mesma forma que recuperação ambiental, este termo tem sido amplamente utilizado no Brasil para referir-se indistintamente a diferentes técnicas aplicáveis visando reverter a situação de um ecossistema degradado para um estado desejável, independentemente do nível de degradação. Não deveria, portanto, ser utilizado quando a discriminação da técnica se faz necessária. Em sentido restrito, corresponderia a *Reclamation*, na língua inglesa.

Restauração Ecológica (*Ecological Restoration*): processo e prática de auxiliar a recuperação de um ecossistema que foi degradado, danificado ou destruído. Não deve ser confundida com várias outras atividades que visam à melhoria ambiental, como reabilitação ecológica, restauração florestal, restauração de habitat, recuperação ambiental e revegetação.

O presente trabalho adota o termo de **restauração** para o conceito de melhorar a qualidade ambiental de uma área que sofreu algum tipo de alteração e/ou perturbação.

A restauração de ecossistemas degradados por mineração é uma atividade regida pela Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1988) “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”.

O minerador precisa atender aos princípios do Direito Ambiental, dentre eles o princípio da precaução e do desenvolvimento sustentável. Deve obrigatoriamente recuperar a área lavrada, disponibilizando para as futuras atividades, econômicas ou de conservação. (HERRMANN, 2010).

A restauração ecológica é um campo em desenvolvimento no País, onde órgãos governamentais, empresas, técnicos e pesquisadores, incentivados por exigência imposta pela legislação ambiental, têm se esforçado em desenvolver técnicas e procedimentos eficazes para promover a restauração desses ambientes degradados (SÁNCHEZ, 2010). É um processo em constante aprimoramento que exige conhecimento, tecnologia e permanente monitoramento. Trata-se de criar condições para o restabelecimento de complexas redes de relações ecológicas entre solo, plantas, animais e microclima, que permitam o reequilíbrio dinâmico da natureza em áreas hoje desprovidas dessas condições. O objetivo maior da restauração ambiental deve ser o de buscar restabelecer as estruturas e as funções ecológicas que havia no ecossistema, antes da degradação (REIS; ZAMBONIN; NAKAZONO, 1999; RODRIGUES, 2013).

Segundo SER (2004) a restauração ecológica é uma atividade definida, que inicia ou acelera a recuperação de um ecossistema com respeito à sua saúde, integridade e sustentabilidade. Esta atividade procura retornar um ecossistema à sua trajetória histórica. Sugere que as condições históricas do ecossistema são o ponto de partida ideal para planejar a restauração. O ecossistema restaurado pode não recuperar sua condição anterior, devido a limitações e condições atuais que podem orientar seu desenvolvimento por uma trajetória diferente.

A restauração representa um comprometimento de terras e recursos a um indefinido longo prazo, de tal forma que a proposta de restaurar um ecossistema requer uma deliberação cuidadosa. As decisões coletivas têm maior probabilidade de serem acatadas e executadas que aquelas tomadas unilateralmente. Portanto, é conveniente para todos os participantes tomarem por consenso a decisão

de se iniciar um projeto de restauração. Uma vez que se toma a decisão de restaurar, o projeto requer um planejamento cuidadoso e sistemático, além de um plano de acompanhamento dirigido ao restabelecimento do ecossistema (SER, 2004). Os processos de restauração não são vistos com bons olhos pelos mineradores, pois possuem alto custo e longo prazo para que se atinjam os objetivos.

Busca-se então que o planejamento de restauração de um ambiente degradado deve ser elaborado de modo eficaz, ou seja, que atinja seus objetivos, e eficiente, ou seja, com os menores recursos possíveis (SÁNCHEZ, 2010).

2.2.1 Plano de Recuperação de Área Degradada (PRAD)

Entre os princípios da Política Nacional do Meio Ambiente, estabelecidos pela Lei nº. 6.989/81 encontra-se a exigência da recuperação das áreas degradadas. O Decreto nº. 97.632/89 ao regulamentar este dispositivo tornou obrigatória a apresentação de um Plano de Recuperação de Área Degradada (PRAD), para atividades de exploração de recursos minerais (BRASIL, 1989; TRENNEPOHL; TRENNEPOHL, 2010; HERRMANN, 2010).

Art. 1º – Os empreendedores que se destinam à exploração de recursos minerais deverão, quando da apresentação do EIA/RIMA, submeter à aprovação do órgão ambiental competente plano de recuperação de área degradada.

.....

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).

O PRAD deve apresentar as medidas a serem adotadas quando da interrupção ou término das atividades visando o retorno do sítio degradado a condições ambientais mais favoráveis e deve ser analisado conjuntamente com os estudos ambientais considerados para o licenciamento (TRENNEPOHL; TRENNEPOHL, 2010).

Segundo Sánchez (2010), como todo projeto, um PRAD deve ser cuidadosamente preparado e ter sua viabilidade analisada antes de sua

execução. Sua implementação deve ser igualmente cuidadosa e os resultados periodicamente avaliados.

De acordo Sánchez (2010), são poucos os estudos compreensivos acerca dos resultados dos programas de recuperação e o mesmo questiona a situação dos PRADs, se são realmente implementados, se apresentam uma relação de medidas eficazes para a recuperação ambiental, se as empresas dispõem de recursos humanos e financeiros para a implementação das medidas previstas nos PRADs e se as mesmas são capazes de apresentar evidências concretas que demonstrem os resultados obtidos na recuperação das áreas degradadas.

Apesar da obrigação da apresentação do PRAD, a maioria das empresas de extração mineral não implementa todas as medidas apresentadas ou simplesmente abandona a área quando terminada ou interrompida a atividade de extração, sem que seja executada a recuperação e o monitoramento previstos no referido instrumento. Restando cavas de mineração e encostas descaracterizadas cuja reparação deveria ser exigida pelo órgão ambiental competente, obrigando o cumprimento das medidas assumidas no PRAD, sendo este o agente fiscalizador dessas atividades, mas que na maioria das vezes sem recursos para exercer tal função.

Para que haja sucesso em um programa de recuperação ambiental, Sánchez (2010) aborda a importância de quatro componentes básicos: conhecimento, organização, recursos humanos e financeiros. O conhecimento envolve todos os saberes formais ou informais, científicos ou empíricos, técnicas, procedimentos e informações que fundamentem o PRAD. O aperfeiçoamento das técnicas de recuperação e o avanço do conhecimento da restauração ecológica fornecem bases sólidas para o plano de recuperação ambiental (DURIGAN; ENGEL, 2012). Entretanto, o conhecimento só é satisfatório se for disseminado de maneira adequada pelos agentes executores, com isso os recursos humanos são essenciais para este processo. Porém, deter conhecimento e dispor de pessoal qualificado pode ser insuficiente para realização do plano de recuperação, para tanto é necessário organização ou competência gerencial. A gestão é fundamental para que todas as ações sejam executadas, respeitando-se procedimentos e prazos. E por fim o recurso financeiro deve ser previsto e disponibilizado para a efetivação dessas ações (SÁNCHEZ, 2010).

A exigência da apresentação obrigatória do PRAD fundamenta-se no princípio de que as áreas ambientalmente perturbadas pelas atividades de mineração devem ser devolvidas à comunidade ou ao proprietário superficiário nas condições desejáveis e apropriadas ao

retorno do uso original do solo ou naquelas necessárias para a implantação de outro uso futuro, desde que escolhido por consenso entre as partes envolvidas e afetadas pela mineração (LIMA; FLORES; COSTA, 2006).

O plano aprovado pode ser revisto ou alterado, com a concordância do órgão ambiental competente para sua aprovação, para incorporar inovações tecnológicas ou outras ações alternativas que se mostrem mais adequadas ao processo de restauração, à medida que se desenvolvem as atividades de lavra e beneficiamento.

Para as atividades de mineração, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), em junho de 1999, elaborou a normativa NBR 13030, que fixa diretrizes para a elaboração e apresentação do PRAD pelas atividades de mineração, visando à obtenção de subsídios técnicos que possibilitem a manutenção e/ou melhoria da qualidade ambiental (ABNT, 1999). Portanto, o PRAD de mineração deve apresentar os conteúdos em cumprimento a esta normativa.

O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), elaborou a Instrução Normativa nº 4/2011, para estabelecer procedimentos para elaboração de PRAD, para fins de cumprimento da legislação ambiental bem como apresenta termos de referencia para o PRAD (IBAMA, 2011). Com isto, os profissionais da área de restauração têm subsídio técnico para nortear a elaboração de um PRAD eficaz e eficiente.

O licenciamento ambiental para a restauração de ecossistemas degradados, no Estado de Santa Catarina, é regido pela FATMA, que instituiu a Instrução Normativa nº 16/2012, específica para os processos de restauração de passivo ambiental (FATMA, 2012). Mas se tratando de atividades de mineração, o licenciamento da restauração já é realizado no licenciamento da lavra. O minerador deve entregar o PRAD juntamente com os demais estudos e documentos antes mesmo da extração da argila. Nesta situação, a restauração dessas áreas é denominada de passivo-ativo, pois a restauração acontece concomitantemente com a extração da argila. A Instrução Normativa nº 7/2013 da FATMA, estabelece os procedimentos e a exigência do PRAD no licenciamento de mineração (FATMA, 2013).

2.2.2 Sucessão ecológica em áreas de recuperação

O conceito de sucessão está ligado à tendência da natureza em estabelecer novo desenvolvimento em determinada área, correspondente

com o clima e as condições de solo locais. É um processo que ocorre em etapas que se desenrolam desde a área totalmente desocupada, onde começam a se estabelecer as primeiras espécies vegetais, até a nova formação de uma floresta madura. As comunidades animais também participam intrinsecamente do processo. As referidas etapas se sucedem à medida que uma comunidade modifica o ambiente, preparando-o para que outra comunidade possa ali se estabelecer. (REIS; ZAMBONIN; NAKAZONO, 1999). Assim, a sucessão se faz por substituição de uma comunidade por outra, até atingir um nível onde muito mais espécies podem se expressar, no seu tamanho máximo, e onde a biodiversidade também é máxima.

Um tema central para a restauração é a sucessão ecológica, visto que a restauração dos ecossistemas envolve as transformações dinâmicas da vegetação durante o processo.

Segundo Oliveira (2008), a teoria da sucessão ecológica é vista como uma ferramenta valiosa para a restauração à medida que pode prever a trajetória das comunidades durante o processo de recuperação dos ecossistemas. Em muitos casos, a prática da restauração é entendida como a manipulação dos processos de sucessão e diante de diferentes paradigmas sobre o funcionamento dos ecossistemas, a escolha entre um deles resulta em diferentes enfoques e objetivos na restauração.

O paradigma contemporâneo é o único enfoque válido para a restauração, pois considera processos e contextos na dinâmica dos ecossistemas. Processos se referem às interações bióticas e abióticas que podem afetar simultaneamente uma variedade de aspectos ecossistêmicos. Já o contexto se refere à conexão espacial do local de estudo com a paisagem do entorno (OLIVEIRA, 2008).

Sucessão e restauração estão intrinsecamente ligadas, pois a restauração diz respeito à manipulação propositada das mudanças físicas e químicas que uma área sofre, associada às diferentes espécies que nela ocorrem ao longo do tempo (RODRIGUES, 2013).

Quando a área apresenta o solo nu, a dinâmica da sucessão ecológica vegetal segue a seguinte seqüência: i) dispersão de propágulos, ii) estabelecimento dos vegetais, iii) reações entre as plantas e seu habitat, iv) competição entre elas e, v) nova estabilidade de um padrão mais duradouro de associação de espécies. Durante este processo, ocorre o estabelecimento das espécies pioneiras, que são capazes de suportar as condições árduas do local degradado, entretanto apresentam tempo de longevidade curto (GRIFFITH, 2010).

Facilitação, inibição e tolerância são modelos alternativos de sucessão ecológica que foram propostos por Connell e Slatyer (1977).

De acordo com Martins et al. (2012), a diferença fundamental entre esses modelos refere-se ao papel ecológico das espécies pioneiras no decorrer do processo de sucessão.

A facilitação atua principalmente na melhoria dos solos e inclui efeitos positivos de sombreamento e umidade em razão da presença física das espécies pioneiras, que, com a melhora das condições, favorece o estabelecimento das espécies tardias. Na inibição, as espécies precoces na sucessão retardam o estabelecimento e crescimento de outras espécies, especialmente pela competição, onde as espécies pioneiras monopolizam os recursos, reduzindo o avanço da sucessão. E, na tolerância, as espécies pioneiras praticamente não interfeririam no recrutamento e crescimento das espécies de estádios mais avançados da sucessão, essas espécies tardias de ciclo longo conseguiriam sobreviver na presença de outras plantas precoces (GRIFFITH, 2010; MARTINS et al., 2012).

Tilman (1988) propôs a teoria sucessional denominada hipótese da proporção de recursos, que considera a trajetória da sucessão dirigida pela disponibilidade de dois recursos limitantes, a luz e os recursos do solo (nutrientes, umidade, etc.) e a habilidade das espécies em competir por tais recursos. De acordo com essa teoria, uma vegetação estável pode ser atingida somente se as taxas de suprimento de recursos são equilibradas em níveis fixos.

De acordo com Martins et al. (2012), a evolução da teoria sucessional e o surgimento do paradigma contemporâneo abriram espaço para visão holística nos estudos sobre sucessão ecológica. Neste sentido, os ecossistemas passaram a ser entendidos como sistemas abertos sujeitos a vários tipos de distúrbios, e a sucessão após tais distúrbios passou a ser influenciada por uma série de fatores ambientais, históricos e antrópicos. Com isso, tendo uma sensível implicação na ecologia moderna e, conseqüentemente, nos projetos de restauração.

3 MATERIAIS E MÉTODO

3.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Içara pertence à Associação dos Municípios da Região Carbonífera (AMREC) de Santa Catarina, que, atualmente, compreende os municípios de Balneário Rincão, Cocal do Sul, Criciúma, Forquilha, Içara Lauro Muller, Morro da Fumaça, Nova Veneza, Siderópolis, Treviso, Urussanga e Orleans. O município recentemente implantado na região, Balneário Rincão, pertencia ao município de Içara, porém com a Lei nº. 12.668/2003 foi desmembrado pela emancipação do município Balneário Rincão, mas somente em janeiro de 2013 foi oficialmente instalado. No presente estudo se refere ao município de Içara antes da instalação do município de Balneário Rincão.

Em relação à hidrografia, o município faz parte das Bacias Hidrográficas dos Rios Urussanga e Araranguá, inseridas na Vertente do Atlântico e pertencendo ao domínio das Bacias Hidrográficas do Sudeste do Estado de Santa Catarina (BACK, 2009a; CASAN, 2013; SIRHESC, 2013).

O município de Içara apresenta composição de tipos de solo, com 58% de Argissolos, 21% de Gleissolos, 8% de Neossolos, 2% de Organossolos e 1% de Espodossolos e Nitossolos. Os Argissolos são solos não hidromórficos, com perfis profundos e pouco profundos. O relevo do município se caracteriza principalmente como ondulado e suave ondulado (BACK, 2009b). A área em estudo está inserida no domínio geológico da planície costeira (MMA, 2013).

O clima, segundo o Sistema de Classificação de Köppen, é do tipo Cfa, temperado e úmido, com chuvas irregulares e condições intermediárias entre inverno e verão, sendo que a temperatura média do mês mais frio abaixo de 18 °C e acima de 3 °C, e a do mês mais quente superior a 22 °C. A precipitação anual é de 1.500 a 1.800 mm, sendo assim considerada moderada (BACK, 2009c).

A vegetação do município de Içara se enquadra como Floresta Ombrófila Densa, distribuídas entre as formações das Terras Baixas e Submontana e Formação Pioneira com Influência Marinha (CITADINI-ZANETTE et al., 2009; VIBRANS et al., 2013).

Figura 1 - Localização do município de Içara, Sul de Santa Catarina.



Fonte: Map data (2013).

3.2 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste estudo, a metodologia adotada compreendeu as seguintes etapas: coleta de dados, análise dos dados coletados e visita *in loco* a três áreas em recuperação ambiental.

Foi realizada pesquisa exploratória com base nos Planos de Recuperação de Áreas Degradadas (PRADs) e dados dos processos de licenciamento ambiental, por mineração de argila, do município de Içara, Sul de Santa Catarina, no período de 2007 a 2012, do acervo da FATMA, Coordenação de Criciúma (FATMA/CODAM/CRS).

Para o licenciamento ambiental, a FATMA estabelece siglas correspondentes ao tipo de processo e atividade a ser licenciada. Os processos de restauração são catalogados com as iniciais REC e os processos de mineração, são catalogados com as iniciais MIN. Foram analisados 16 Processos MIN, sendo sete pertencentes ao TAC/COPEMI e nove de ceramistas individuais, e três Processos REC.

A análise dos PRADs e dados dos processos de licenciamento ambiental por mineração de argila, do município de Içara, foram por meio de consulta e leitura realizando diagnóstico das informações contidas em cada PRAD e no processo de licenciamento ambiental, como as técnicas de recuperação, espécies vegetais indicadas e uso

futuro pretendido. Os PRADs foram comparados entre si, com o objetivo de aferir a consistência dos conteúdos.

Após o diagnóstico dos processos, foram selecionadas as três áreas que pertencem a processos específicos de restauração ambiental, que foram os únicos três Processos REC disponíveis no acervo da FATMA, no município de Içara, Santa Catarina:

Área 1: Área localizada no bairro Mineração, a 2,2 km da localidade de Vila Nova, na BR 101, em direção a Porto Alegre. Área com 4,5 ha (Figuras 2 e 3).

Área 2: Área localizada no bairro Terceira Linha. Área com 3,0 ha.

Área 3: Área localizada no bairro Esplanada. Área com 1,8 ha (Figuras 4 e 5).

Nas áreas foram observadas a situação geral, presença de cercamento e placas de identificação e evidências da implantação de metodologias de restauração ambiental conforme indicado no processo, bem como a vegetação presente na área.

Figura 2 - Poligonal do processo DNPM nº 007.365/1941, onde se localizam as áreas 1 e 2 no município de Içara, SC.

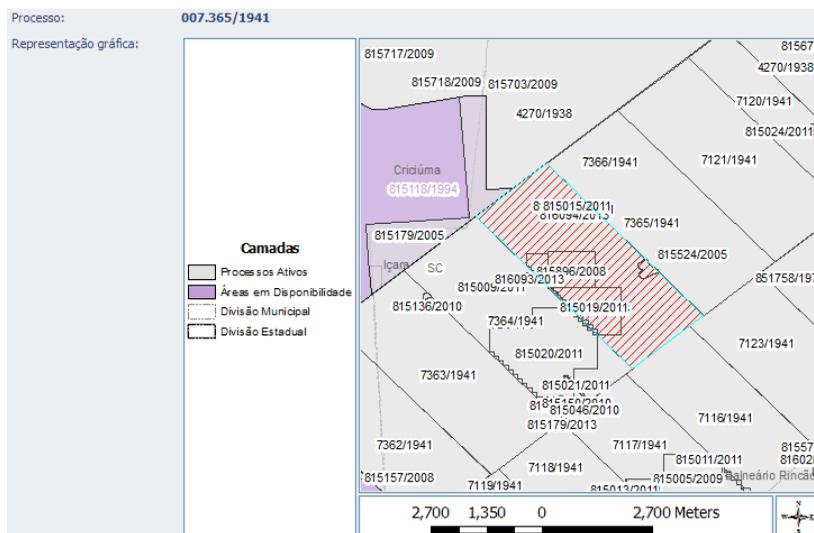
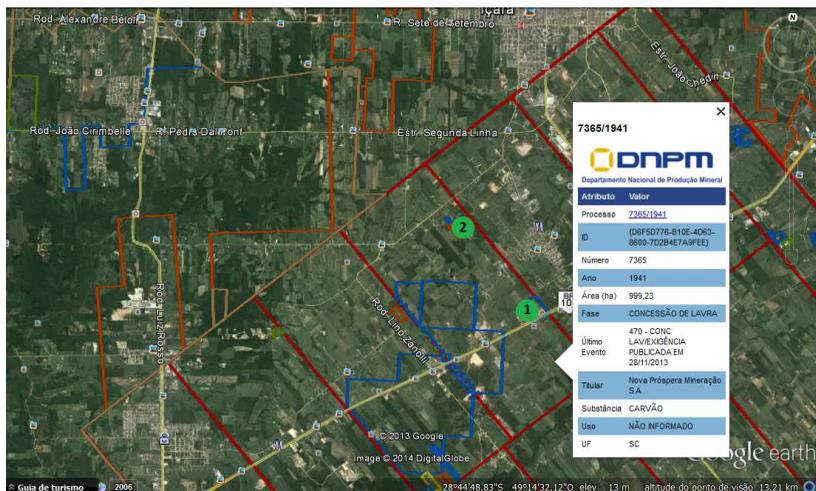
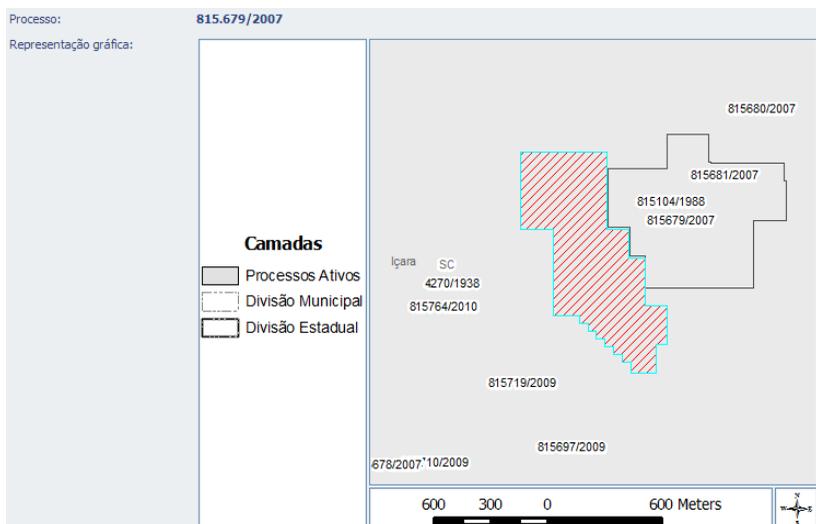


Figura 3 - Localização das áreas 1 e 2 no município de Içara, SC, com relação ao nº do processo do DNPM na qual pertencem.



Fonte: Google Earth (2014), adaptado.

Figura 4 - Poligonal do processo DNPM nº 815.679/2007, onde se localiza a área 3 no município de Içara, SC.



Fonte: DNPM (2014).

Figura 5 - Localização da área 3 no município de Içara, SC, com relação ao nº do processo do DNPM na qual pertence.



Fonte: Google Earth (2014), adaptado.

3.2.1 Termo de Ajustamento de Conduta – TAC

Durante o período de análise dos processos do acervo, houve a leitura de 35 processos de mineração de argila de ceramistas da região, inseridos no Termo de Ajustamento de Conduta (TAC) entre o Ministério Público Federal (MPF/PRM/Criciúma) com a Cooperativa de Exploração Mineral (COOPEMI) e seus associados (Inquérito Civil Público nº. 1.33.003.000044/2004-45).

O TAC objetivou a regularização das áreas mineradas que não apresentavam o devido licenciamento ambiental. Cada ceramista entrou com um processo individual para o licenciamento da mineração de argila. Porém, no período de 2010/2011, a FATMA concedeu licença ambiental de operação em nome da COOPEMI, autorizando cada ceramista a realizar a mineração individual em suas áreas. No entanto, em 2012, a FATMA emitiu nova licença ambiental de operação em nome da COOPEMI, porém, sem a indicação das empresas ceramistas que realizavam a extração da argila nas áreas. Estes 35 processos foram transformados em apenas sete, ou seja, as 35 áreas que eram exploradas pelos ceramistas individuais, hoje foram condensadas em somente sete grandes áreas, e quem realiza a extração de argila nessas sete áreas é a

COOPEMI, que vende o material para os ceramistas. A COOPEMI assumiu a mineração e também a restauração destes ambientes após a extração de argila. Portanto, neste estudo, foram descartadas as informações constantes nestes 35 processos, e considerados somente os sete processos vigentes.

4 RESULTADOS

Foram analisados 19 processos ambientais relacionados à mineração de argila no município de Içara, presentes no acervo da FATMA/CODAM/CRS.

Dos processos analisados, 16 são processos passivo-ativos de mineração de argila (MIN) e três processos são de restauração de passivos de áreas já mineradas por extração de argila (REC).

Os processos analisados apresentaram a documentação dos mineradores, plantas planialtimétricas, EAS, que informava características da área a ser minerada, a metodologia da lavra e o uso futuro das áreas e o PRAD. Somente sete processos não apresentaram o PRAD, neste caso, o EAS é que indicava o uso futuro das áreas consideradas no presente trabalho.

Quanto à análise do conteúdo dos PRADs a qualidade é questionável, muitas falhas foram detectadas na elaboração desses planos. As principais incluem:

- Ausência de conhecimento prévio das características dos ecossistemas, de diagnóstico e identificação de áreas de influência direta e de interesse ecológico do entorno;

- Incoerência na apresentação das metodologias de restauração, como por exemplo, a ilustração de um tipo de metodologia sem sua devida explicação;

- Lista de espécies indicadas para a restauração ambiental com nomenclaturas erradas, desatualizadas e sem identificação de família botânica;

- Ausência do número de mudas por hectare a serem utilizadas na restauração, bem como a procedência das mesmas;

- Ausência de informação dos custos da restauração ambiental;

- Referências bibliográficas desatualizadas e em desacordo com as citações apresentadas no texto e com as normas da ABNT, para citações e referências;

- Limitação da abordagem multidisciplinar por parte das empresas de consultoria responsáveis pela elaboração dos PRADs, na maioria assinados por somente dois profissionais.

Os PRADs apresentados ao órgão ambiental não passaram por nenhum processo de análise e julgamento quanto à sua qualidade técnica e capacidade de solução dos problemas detectados. Em alguns casos, as empresas contratadas para elaboração do PRAD tenderam a minimizar o

custo do diagnóstico do impacto ambiental do projeto, através da limitação do seu escopo.

A análise comparativa dos PRADs permitiu verificar que o processo de cópia e colagem foi adotado pelos técnicos responsáveis pela elaboração dos estudos. Esta ação ficou evidente nos processos MIN, principalmente para os sete processos pertencentes ao TAC/COOPEMI, onde para as sete áreas o trabalho era idêntico, mesmo que quatro delas se tratassem de áreas de várzeas e três de áreas de encosta. Para os demais processos, a semelhança era nítida, principalmente pela utilização da mesma tabela de espécies vegetais indicadas e de metodologias empregadas.

4.1 PROCESSOS MIN PASSIVOS-ATIVOS

Entre os Processos de Mineração (MIN), sete são de passivos-ativos de mineradoras e estão inseridos no TAC do Ministério Público Federal (PRM/Criciúma) com a COOPEMI e seus associados e nove são processos de passivos-ativos de outras mineradoras, não inclusas no TAC.

Dos 16 processos de passivos-ativos analisados, 13 apresentaram metodologias para a restauração ambiental das áreas após a extração de argila. Ao todo foram indicados sete tipos de metodologia (Tabela 1). A metodologia Nº. 1 foi indicada em sete processos. As demais foram indicadas em um processo cada.

Tabela 1 - Relação das metodologias de restauração, espécies e uso futuro indicados nos processos MIN, de áreas de extração de argila, no município de Içara, SC. Uso futuro indicado (Uso), onde: A = atividades agrícolas ou reserva legal (compensação ambiental), B = lazer, atividades agrícolas ou reserva legal (compensação ambiental), C = construção de galpões industriais, D = pastagem e plantio de eucalipto, E = sem indicação, F = cultivo de peixes e G = atividade agrícola.

Nº	Metodologia de recuperação	Espécies indicadas	Uso
1	Revegetação da área com locação de sistemas sucessionais e introdução de espécies pioneiras na primeira etapa e espécies secundárias e clímax na segunda etapa. Primeira etapa: introdução de	Cortina vegetal <i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz <i>Inga semialata</i> (Vell.) Mart <i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze <i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi Pioneiras	A

Nº	Metodologia de recuperação	Espécies indicadas	Uso
	<p>vegetação herbácea para recobrimento do solo;</p> <p>Segunda etapa: introdução de vegetação de porte arbustivo-arbóreo introduzida com cortina vegetal.</p> <p>As cavas devem ter as seguintes proporções: 0,4 x 0,4 m e 0,5 m de profundidade, preenchidas com solo adubado e mudas de 30 a 60 cm de altura amarradas com tutores, entre duas a três fileiras de modo a formar o cinturão verde.</p>	<p><i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll.Arg.</p> <p><i>Cecropia glaziovii</i> Snethl.</p> <p><i>Centella asiatica</i> (L.) Urb.</p> <p><i>Clethra scabra</i> Pers.</p> <p><i>Croton celtidifolius</i> Baill.</p> <p><i>Jacaranda micrantha</i> Cham</p> <p><i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F.</p> <p><i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong</p> <p><i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi</p> <p><i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S.Irwin & Barneby</p> <p><i>Tetrorchidium rubrivenium</i> Poepp.</p> <p><i>Trema micrantha</i> (L.) Blume</p> <p>Secundárias iniciais e tardias</p> <p><i>Aegiphila verticillata</i> Vell.</p> <p><i>Aiouea saligna</i> Meisn.</p> <p><i>Cabralea cangerana</i> Saldanha</p> <p><i>Campomanesia reitziana</i> D.Legrand</p> <p><i>Casearia sylvestris</i> Sw</p> <p><i>Cedrela fissilis</i> Vell.</p> <p><i>Ficus enormis</i> (Mart. ex Miq.) Mart.</p> <p><i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz</p> <p><i>Hieronyma alchorneoides</i> Allemão</p> <p><i>Inga semialata</i> (Vell.) Mart.</p> <p><i>Inga sessilis</i> (Vell.) Mart.</p> <p><i>Jacaranda puberula</i> Cham.</p> <p><i>Matayba guianensis</i> Aubl.</p> <p><i>Myrcia rostrata</i> DC.</p> <p><i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.</p> <p><i>Nectandra oppositifolia</i> Nees & Mart.</p> <p><i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees</p>	

Nº	Metodologia de recuperação	Espécies indicadas	Uso
		<p><i>Psidium cattleianum</i> Sabine <i>Magnolia ovata</i> A.St.-Hil. <i>Tibouchina sellowiana</i> (Cham.) Cogn. <i>Xylopia brasiliensis</i> Spreng. Clímax <i>Aspidosperma olivaceum</i> Müll.Arg. <i>Bactris setosa</i> Mart. <i>Brosimum lactescens</i> (S.Moore) C.C.Berg <i>Cinnamomum glaziovii</i> (Mez) Kosterm. <i>Eugenia multicostata</i> D.Legrand <i>Euterpe edulis</i> Mart. <i>Ficus insipida</i> Willd. <i>Mollinedia schottiana</i> (Spreng.) Perkins <i>Psychotria suterella</i> Müll. Arg. <i>Sloanea guianensis</i> (Aubl.) Benth. <i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman <i>Trichilia lepidota</i> Mart. <i>Virola bicuhyba</i> (Schott ex Spreng.)</p>	
2	<p>Revegetação da área com locação de sistemas sucessionais e introdução de espécies pioneiras na primeira etapa e espécies secundárias e clímax na segunda etapa. Primeira etapa: introdução de vegetação herbácea semeado a lanço, consócio de três espécies herbáceas de gramíneas e leguminosas, apropriadas à estação do ano, inverno ou verão, objetivando a rápida cobertura do solo e o controle dos efeitos erosivos das chuvas. Estas sementes deverão ser incorporadas ao perfil</p>	<p>Pioneiras <i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll.Arg. <i>Cecropia glaziovii</i> Snethl. <i>Centella asiatica</i> (L.) Urb. <i>Clethra scabra</i> Pers. <i>Croton celtidifolius</i> Baill. <i>Jacaranda micrantha</i> Cham <i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F. <i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong <i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi <i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S.Irwin & Barneby</p>	B

Nº	Metodologia de recuperação	Espécies indicadas	Uso
	<p>do solo através do uso de uma grade leve;</p> <p>Segunda etapa: introdução de vegetação de porte introduzida com cortina vegetal.</p> <p>As cavas devem ter as seguintes proporções: 0,4 x 0,4 m e 0,5 m de profundidade, preenchidas com solo adubado e mudas de 30 a 60 cm de altura, e amarradas com tutores, entre duas a três fileiras de modo a formar o cinturão verde.</p>	<p><i>Tetrorchidium rubrivenium</i> Poepp.</p> <p><i>Trema micrantha</i> (L.) Blume</p> <p>Secundárias iniciais e tardias</p> <p><i>Aegiphila verticillata</i> Vell.</p> <p><i>Aiouea saligna</i> Meisn.</p> <p><i>Cabralea cangerana</i> Saldanha</p> <p><i>Campomanesia reitziana</i> D.Legrand</p> <p><i>Casearia sylvestris</i> Sw</p> <p><i>Cedrela fissilis</i> Vell.</p> <p><i>Ficus enormis</i> (Mart. ex Miq.) Mart.</p> <p><i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz</p> <p><i>Hieronyma alchorneoides</i> Allemão</p> <p><i>Inga semialata</i> (Vell.) Mart.</p> <p><i>Inga sessilis</i> (Vell.) Mart.</p> <p><i>Jacaranda puberula</i> Cham.</p> <p><i>Matayba guianensis</i> Aubl.</p> <p><i>Myrcia rostrata</i> DC.</p> <p><i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.</p> <p><i>Nectandra oppositifolia</i> Nees & Mart.</p> <p><i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees</p> <p><i>Psidium cattleianum</i> Sabine</p> <p><i>Magnolia ovata</i> A.St.-Hil.</p> <p><i>Tibouchina sellowiana</i> (Cham.) Cogn.</p> <p><i>Xylopia brasiliensis</i> Spreng.</p> <p>Clímax</p> <p><i>Aspidosperma olivaceum</i> Müll.Arg.</p> <p><i>Bactris setosa</i> Mart.</p> <p><i>Brosimum lactescens</i> (S.Moore) C.C.Berg</p> <p><i>Cinnamomum glaziovii</i> (Mez) Kosterm.</p> <p><i>Eugenia multicostata</i> D.Legrand</p>	

Nº	Metodologia de recuperação	Espécies indicadas	Uso
		<i>Euterpe edulis</i> Mart. <i>Ficus insipida</i> Willd. <i>Mollinedia schottiana</i> (Spreng.) Perkins <i>Psychotria suterella</i> Müll.Arg. <i>Sloanea guianensis</i> (Aubl.) Benth. <i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman <i>Trichilia lepidota</i> Mart. <i>Virola bicuhyba</i> (Schott ex Spreng.)	
3	Transposição de solo da área utilizando a camada fértil estocada durante a fase de execução da lavra. Revegetação com gramíneas.	<i>Arachis pintoii</i> Krapov. & W.C.Greg. <i>Paspalum notatum</i> Alain ex Flügge <i>Urochloa decumbens</i> (Stapf) R.D.Webster	C
4	Revegetação com gramíneas e mudas nativas frutíferas.	Sem indicação	D
5	Revegetação com gramíneas	Sem indicação	E
6	Revegetação com gramíneas através de semeadura convencional.	<i>Mucuna aterrima</i> (Piper & Tracy) Holland <i>Neonotonia wightii</i> (Graham ex Wight & Arn.) J.A.Lackey <i>Urochloa decumbens</i> (Stapf) R.D.Webster	F
7	Revegetação através de semeadura.	<i>Urochloa humidicola</i> (Rendle) Morron	G

Fonte: Próprio autor.

4.2 PROCESSOS REC PASSIVOS

Os três processos de restauração ambiental apresentaram o PRAD que indicava as metodologias, espécies vegetais e uso futuro pretendido para as áreas (Tabela 2).

Tabela 2 - Relação das metodologias de restauração, espécies e uso futuro indicados nos processos REC, de áreas de extração de argila, no município de Içara, SC. Uso futuro indicado (Uso), onde: A = construção de galpões para depósito de materiais, B = sem indicação, C = reserva legal.

Nº	Metodologia de recuperação	Espécies indicadas	Uso
1	Transposição de solo da área utilizando a camada fértil estocada durante a fase de execução da lavra. Revegetação com hidrossemeadura.	<i>Brachiaria rudiziagalis</i> (Trin.) Griseb. <i>Berula</i> sp. W.D.J.Koch <i>Calopogonium</i> sp.Desv <i>Eragrostis curvula</i> (Schrad.) Nees <i>Lolium</i> sp. L. <i>Melinis minutiflora</i> P.Beauv. <i>Paspalum notatum</i> Alain ex Flügge <i>Urochloa decumbens</i> (Stapf) R.D.Webster	A
2	Transposição de solo da área utilizando a camada fértil estocada durante a fase de execução da lavra. Semeadura de espécies herbáceas de gramíneas e leguminosas para evitar erosão e recobrir o solo. Revegetação através de ilhas de diversidade e introdução de poleiros artificiais.	Herbáceas, gramíneas e leguminosas: <i>Arachis pintoi</i> Krapov. & W.C.Greg. <i>Axonopus compressus</i> (Sw.) P.Beauv. <i>Paspalum dilatatum</i> Poir. <i>Paspalum notatum</i> Alain ex Flügge <i>Stylosanthes capitata</i> Vogel <i>Stylosanthes macrocephala</i> M.B.Ferreira & S. Costa Árvores, arbustos e liana: <i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult. <i>Passiflora alata</i> Curtis <i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi <i>Solanum erianthum</i> D.Don <i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman <i>Handroanthus umbellatus</i> (Sond.) Mattos	B

Nº	Metodologia de recuperação	Espécies indicadas	Uso
		<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	
3	Transposição de solo da área utilizando a camada fértil estocada durante a fase de execução da lavra. Cortina vegetal e plantio de mudas em ilhas de diversidade.	Cortina Vegetal: <i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz <i>Inga semialata</i> (Vell.) Mart <i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze <i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	C

Fonte: Próprio autor.

4.2.1 Visitas *in loco*

Os processos REC analisados são específicos de restauração ambiental, portanto, foi realizada visitação nas três áreas. Nestas áreas foi observada sua situação atual em comparação às informações de restauração apresentadas nos processos.

a) Área 1: de acordo com os dados do processo, o protocolo foi realizado em junho de 2010, apresentando somente a primeira licença ambiental, LAP/LAI 085/2010. No processo não há registros de relatório de monitoramento da área e de documentos indicando a efetivação da restauração ambiental. Na visita *in loco* observou-se que a área apresentava-se sem cercamento e sem placas de identificação, com parte recoberta por vegetação herbácea e parte sem nenhum tipo de vegetação, com solo descoberto, com evidências de terraplanagem recente.

Figura 6 – Vista parcial da Área 1, sem vegetação e apresentando solo exposto. Bairro Mineração, município de Içara, SC.



Fonte: Próprio autor.

Figura 7 - Vista parcial da Área 1, com vegetação herbácea e solo exposto. Bairro Mineração, município de Içara, SC.



Fonte: Próprio autor.

Figura 8 - Vista parcial da Área 1, com vegetação herbácea e processos erosivos. Bairro Mineração, município de Içara, SC.



Fonte: Próprio autor.

b) Área 2: de acordo com os dados do processo, o protocolo foi realizado em janeiro de 2010, não apresentando licença ambiental, porém há um relatório de monitoramento da área e relatório técnico emitido pela FATMA que comprova que a área apresentou a implementação das metodologias de recuperação. Na visita *in loco*, encontrou-se uma área sem cercamento, com a placa de identificação em outra área adjacente, sugerindo que esta era a suposta área em recuperação, para que a empresa pudesse minerar na verdadeira área em recuperação. A área ainda está em atividade de mineração, com vegetação herbácea esparsa e solo descoberto, apresentando processos erosivos.

Figura 9 - Vista parcial da área 2, apresentando a placa de identificação da área de recuperação fixada em outra área e a atividade de mineração sendo executada dentro da área em recuperação ambiental. Bairro Terceira Linha, município de Içara, SC.



Fonte: Próprio autor.

Figura 10 - Vista parcial da área 2, apresentando vegetação herbácea e processos erosivos. Bairro Terceira Linha, município de Içara, SC.



Fonte: Próprio autor.

c) **Área 3:** esta área, segundo a metodologia especificada no processo (Tabela 2), deveria apresentar vegetação nativa, com cortina vegetal, porém, não tivemos autorização para ter acesso à área durante a visita *in loco*, pois a mesma está sendo minerada pela COOPEMI. Assim sendo, a área não se encontra em recuperação, mas está em atividade de mineração. De acordo com os dados do processo, o protocolo desta área foi realizado em dezembro de 2010, não apresentando licenças ambientais de recuperação e nem conclusão do processo. Segundo a FATMA, este processo foi aberto, porém não foi concluído, pois, a referida área agora pertence ao TAC/COOPEMI e,

portanto só será restaurada após o término da mineração e a responsabilidade de restauração é da COOPEMI.

5 DISCUSSÃO

Os processos de mineração MIN são denominados de passivos-ativos, pois no momento do licenciamento da mineração de argila, o empreendedor já entrega ao órgão ambiental o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD), não necessitando, ao final da mineração, abrir outro processo para a restauração, e, ao realizar a extração mineral, já executa a restauração do ambiente. Neste caso, o empreendedor já se obriga a restaurar o ambiente no decorrer da extração da argila. Este processo é denominado de restauração concomitante à lavra, ou restauração simultânea à extração, isto ocorre de forma a evitar a acumulação dos passivos ambientais gerados pela mineração (BRANDT, 2001; SÁNCHEZ, 2001; CAMELO, 2006).

A execução do plano de restauração simultânea à lavra de argila faz com que a área esteja praticamente pronta à medida que as frentes de lavra são desativadas. Tal procedimento assegura que o custo da restauração seja diluído ao longo da atividade de extração e garante a implantação efetiva do PRAD (GEREMIAS, 2000; SANCHÉZ, 2010).

Porém, a efetivação da restauração ainda não é uma prática por parte das mineradoras, o que levou a região sul de Santa Catarina a apresentar diversas áreas degradadas pela mineração de argila, áreas hoje, que se encontram abandonadas, sem qualquer tipo de intervenção para a reestruturação do ecossistema.

Segundo Rodrigues e Gandolfi (2004) e Pinto et al. (2009), a restauração de ambientes degradados é uma consequência do uso incorreto do solo e da paisagem, sendo apenas uma tentativa limitada de desencadear alguns processos ecológicos que permitiriam remediar um dano qualquer, que na maioria das vezes poderia ter sido evitado.

É uma realidade que o esforço dos empreendedores para com a restauração não é uma preocupação com relação ao meio ambiente, a visão é fixada no cumprimento de obrigações legais. Os PRADs são somente pilhas de papéis a ser entregues como cumprimento de instruções normativas, sem fundamentação e cuidado com as informações presentes nele.

Esta falta de cuidado ficou evidente na avaliação dos PRADs do presente estudo. Os conteúdos não foram fundamentados, as metodologias e ações de restauração não se apresentavam de forma clara e objetiva. As propostas não foram adaptadas para determinada área, os textos eram similares e na maioria dos PRADs, com igual conteúdo, sem nem mesmo a mudança de espécies indicadas. Lima; Flores; Costa

(2006) realizaram estudo comparativo entre PRADs e constataram também várias falhas de conteúdos, cópias e superficialidade nas informações.

Cada área degradada deve ser diagnosticada e o planejamento da restauração é de acordo com as suas necessidades e com os objetivos a serem atingidos (SÁNCHEZ, 2010), porém isto não se fez presente nos PRADs analisados.

O preceito legal estabelece que o PRAD deve considerar a solução técnica adequada, visualizada pela empresa de mineração, para reabilitar o solo, eventualmente degradado pela mineração, para uso futuro de cada área (LIMA; FLORES; COSTA, 2006).

Dias e Sánchez (2001) fazem uma abordagem com relação aos impactos ambientais e as propostas nos PRADs, que na maioria dos casos são vagos ou genéricos e dificilmente são passíveis de uma verificação objetiva por intermédio de auditoria e fiscalizações.

Ficou evidente a falta de planejamento de gestão ambiental para a realização da restauração dessas áreas degradadas, pois nenhum dos PRADs analisados apresentou um sistema de gestão ambiental. Para Sánchez (2001; 2010), os PRADs são ferramentas para planejar a desativação do empreendimento, neste caso a lavra de argila, e anular o passivo ambiental desenvolvido durante as fases de abertura da mina.

Outra falha visualizada nos PRADs é a ausência de planos de monitoramento, parâmetros, indicadores de qualidade ambiental e manutenção das áreas. Bellotto et al. (2009) e Brancalion et al. (2012) salientam que o monitoramento é uma das etapas essenciais de todo o processo de restauração, pois permite analisar continuamente como a área está reagindo às ações impostas pelo PRAD.

Os autores acima citados ainda destacam que esta falha é comum, pois pouca atenção é dada ao monitoramento e avaliação das técnicas de restauração. Esta lacuna é causada tanto pela forma de como a restauração é interpretada pelos órgãos públicos licenciadores quanto pelas empresas que contratam e executam os trabalhos de restauração.

A restauração de uma mina de argila é realizada no momento em que a atividade está sendo desativada, pois além do PRAD há também o Plano de Fechamento de Mina. Segundo Lima; Flores; Costa (2006), o PRAD deve ser considerado um componente do Plano de Fechamento de Mina, que é requerido durante o processo de licenciamento e deve apresentar a viabilidade de um fechamento economicamente seguro técnica e socialmente (CAMELO, 2006).

De acordo com Bellotto; Gandolfi; Rodrigues (2009), até o início dos anos 1980 as metodologias de restauração eram incipientes,

fundamentadas em plantios aleatórios de espécies arbóreas, muitas vezes com espécies exóticas. Uma prática ainda comum nos PRADs é a simples proposição de processos de revegetação (LIMA; FLORES; COSTA, 2006), sem o foco do restabelecimento das funções ecológicas do ambiente degradado.

Para a restauração ambiental destes ambientes alterados pela mineração de argila, existem técnicas a serem utilizadas. Uma das metodologias indicadas nos PRADs é a hidrossemeadura. Segundo Macedo et al. (2003) e Basso (2008) esta é uma técnica de sementeira direta empregada para o estabelecimento de cobertura vegetal que permite rapidez e economia no revestimento vegetal. A técnica se tornou o método mais empregado de revestimento vegetal em alguns tipos de solo devido principalmente a facilidade de se promover o restabelecimento vegetal em áreas de cortes e aterros e outras áreas descobertas. Essa facilidade, a rapidez de execução, a uniformidade dos resultados obtidos e o maior controle do material semeado, propiciam menor custo, em comparação com outros métodos.

Houve também a proposição de revegetação com gramíneas, porém, não sendo especificado o procedimento desta metodologia. Segundo Brasil (2009) o método de plantio de herbáceas produz grande quantidade de matéria orgânica, aumentando a capacidade no solo de retenção do oxigênio e de água das precipitações pluviométricas, além deste revestimento vegetal funcionar como anteparo natural da incidência solar e quebra da velocidade das gotículas da chuva, protegendo a estrutura do solo do processo erosivo.

A vegetação se torna um importante agente de impedimento físico à ação dos agentes intempéricos, aos processos erosivos sobre os taludes, à ação direta da chuva sobre o solo através da folhagem e dos resíduos vegetais que formam uma camada protetora e absorve o impacto da chuva, prevenindo a dissociação e o carreamento de partículas provocadas pelas gotas, reduzindo o escoamento superficial e aumentando o tempo de absorção da água pelo solo, o que acaba reduzindo os riscos de erosão e de instabilidade que é provocada pela movimentação de massa nos taludes (GOMES; SILVA, 2002; MANHAGO, 2008; BEZERRA, 2013).

As raízes, juntamente com esses resíduos criam um sistema de retenção e retardamento de ação da água no solo, funcionando como um retentor de partículas e, criando uma manta que aumenta a superfície de contato diminuindo a velocidade de ação da água no solo que recobre o talude. Elas ainda promovem a manutenção da umidade do solo evitando a saturação e o escoamento superficial (GOMES; SILVA,

2002; MANHAGO, 2008; BEZERRA, 2013). Isto pode ser realizado por meio da bioengenharia técnica que utiliza materiais provenientes de plantas vivas e mortas para mitigar problemas ambientais, como instabilidade e erosão (ARAÚJO; ALMEIDA; GUERRA, 2005). Outra função que a vegetação apresenta além de evitar a erosão e promover a sustentabilidade mecânica é a promoção da reconstituição paisagística do local.

Porém, Basso (2008) destaca que algumas empresas utilizam sementes de espécies de gramíneas agressivas e leguminosas herbáceas e que são poucos os trabalhos de desenvolvimento de equipamento e escolha de espécies que fazem o uso de espécies arbustivo-arbóreas nativas. Outra atenção a ser dada é com as espécies de gramíneas exóticas, como a braquiária, muitas vezes empregadas na revegetação, podendo ameaçar o desenvolvimento da vegetação arbustivo-arbórea e demais espécies nativas.

Em outra metodologia indicada nos processos analisados, verificou-se a proposição de alocação de sistemas sucessionais (ilhas de diversidade) como técnica para restauração de áreas, porém, os trabalhos não indicavam a quantidade de ilhas de diversidade por hectare que as áreas necessitavam, ou seja, simplesmente foi indicada uma técnica sem subsídios para que ela de fato fosse implementada.

Segundo Holl et al. (2010) a técnica de sistemas sucessionais é uma prática que imita o processo de nucleação natural. Primeiramente há a colonização de espécies pioneiras e depois a colonização de espécies de estágios sucessionais mais avançados.

Os modelos de plantio que separam as espécies em grupos funcionais, chamados de modelos sucessionais, têm otimizado o potencial das espécies plantadas na restauração das áreas degradadas. A regeneração pode ser acelerada pelo plantio de árvores isoladas ou em consórcio, encurtando o tempo para o aumento da diversidade vegetal local, ao atrair fauna dispersora tanto pela oferta de frutos quanto para servir de poleiros (KAGEYAMA et al., 1992; MORAES et al., 2006).

A relação planta-animal deve ser utilizada como ferramenta para aumentar naturalmente a diversidade vegetal com a chegada de sementes de outras espécies trazidas por dispersores. O modelo sucessional se mostra eficiente, pois o sombreamento promovido pelas espécies de rápido crescimento favorece o estabelecimento e o desenvolvimento de espécies tardias aumentando a probabilidade de permanência do sistema implantado naturalmente (MORAES et al., 2006).

Para Reis; Zambonin; Nakazono (1999) ilhas de diversidade são caracterizadas como sendo pequenos núcleos onde estarão incluídas as formas de vida das espécies vegetais e suas adaptações aos estágios sucessionais (pioneiras, oportunistas, climácicas, ervas, arbustos, arvoretas, árvores, lianas e epífitas). Deve se considerar também as adaptações aos processos de polinização e dispersão e de fenofases distribuídas em todo o ano. Estas espécies devem, portanto atrair predadores, polinizadores, dispersores e decompositores para os núcleos formados (AZEVEDO; PEREIRA; PINTO, 2011). A partir disso, pode-se obter sucesso na implantação de sistemas sucessionais na área degradada, desde que o PRAD estabeleça corretamente todas as ações a serem implantadas, como a alocação das ilhas na área e quantidade empregada, as espécies, o cronograma de implantação das mudas e suas fases. O que não foi encontrado nos PRADs analisados no presente estudo.

As técnicas de nucleação são uma das metodologias indicadas nos PRADs analisados. Segundo Reis et al. (2003) a nucleação é entendida como a capacidade de uma espécie em proporcionar significativa melhoria nas qualidades ambientais, permitindo aumento na probabilidade de ocupação destes ambientes por outras espécies. A técnica de nucleação, sendo utilizada como base para a restauração de áreas degradadas, tende a facilitar o processo sucessional natural da área tornando-se mais eficiente de acordo com o número e a diversidade dos núcleos. Este procedimento se torna possível através das comunidades que são formadas pelos núcleos diversos, juntamente com a fauna atraída por eles. Dessa forma a área tende a uma estabilização mais rápida. Quanto maior o número de ações nucleadoras, maiores serão as chances de acelerar o ritmo sucessional.

Entre as estratégias de restauração de nucleação, destacam-se a transposição da serapilheira, do banco de sementes e de galharias, introdução de poleiros artificiais, manejo da regeneração natural, resgate de plântulas e semeadura direta com alta diversidade. Essas estratégias empregadas isoladamente ou em conjunto, envolvendo muitas possibilidades de combinação de espécies nativas e de diferentes formas de vida, visam a resgatar a integridade dos ecossistemas e garantir sua sustentabilidade ao longo do tempo (REIS et al., 2003; MARTINS et al., 2012).

O plantio de espécies arbóreas nativas é importante ferramenta para a restauração de áreas degradadas e deve servir como catalisador da sucessão ecológica, exercendo, por exemplo, a função de atrair a fauna

dispersora através do uso de espécies com dispersão zoocórica (PARROTA; TURNBULL; JONES, 1997; MORAES et al., 2006).

Dentro da avaliação das espécies indicadas nos PRADs analisados no presente estudo, houve a falta de uma abordagem clara sobre a escolha das espécies, ou seja, os PRADs simplesmente apresentavam uma lista, onde alguns nomes científicos estavam errados e desatualizados, sem a identificação da família botânica e sem informações do estágio sucessional a qual as espécies pertencem e nem a função ecológica que realizavam. Segundo Bellotto; Gandolfi; Rodrigues (2009) esta é uma prática por parte dos técnicos, desde os inícios das atividades de restauração no país. É necessária a combinação das espécies de acordo com suas exigências ecológicas. Sem a incorporação dos conceitos de grupos ecológicos e nem do papel da diversidade, não se tem uma eficiência na restauração desses ambientes degradados (BELLOTTO; GANDOLFI; RODRIGUES, 2009).

Outro aspecto a se considerar quando se trata das espécies indicadas para a restauração é a biodiversidade. De acordo com Brancalion; Gandolfi; Rodrigues (2009), a biodiversidade apresenta três componentes: genes, espécies e ecossistema. A diversidade genética deve ser um dos pilares básicos da restauração, pois representa o substrato onde a seleção natural irá atuar, definindo a permanência das espécies nos ambientes naturais e restaurados. A variabilidade genética pode exercer papel decisivo na sobrevivência das espécies frente às diversidades climáticas, e as mesmas terão participação significativa como agente determinante do sucesso das ações de restauração. Quando os indivíduos de uma espécie possuem pouca variabilidade genética, os mesmos serão sensíveis ao ataque de pragas e doenças, diminuindo as chances de sobrevivência.

Dessa forma a escolha das espécies reflete diretamente no sucesso da restauração, sendo que devem ser levados em conta os aspectos das exigências ecológicas de cada espécie, sua distribuição na área a ser restaurada, a variabilidade genética e sua procedência.

A separação das espécies arbóreas em grupos ecológicos ou funcionais é uma maneira de possibilitar o manuseio do grande número de espécies da floresta tropical, mediante seu agrupamento por funções semelhantes e de acordo com as exigências. É a ligação entre sucessão ecológica e restauração de área degradada. Diferentes critérios para a classificação das espécies têm sido utilizados, com base principalmente na resposta à luz das clareiras ou ao sombreamento do dossel (MACEDO, 1993; BRANCALION et al., 2009; ROCHA-NICOLEITE et al., 2013).

Com relação às espécies que foram indicadas nas listas dos PRADs, observou-se que houve a indicação de espécies arbóreas apresentando o grupo sucessional a qual pertencem, porém, em comparação com a lista de espécies pertencentes à região carbonífera (CITADINI-ZANETTE et al., 2009) alguns grupos sucessionais informado nos PRADs diferem dos apresentados na lista. Sete espécies têm indicações diferentes como *Alchornea triplinervia* (Spreng.) Müll.Arg. e *Tetrorchidium rubrivenium* Poepp., onde o grupo informado foi pioneiro, mas segundo Citadini-Zanette et al. (2009) se trata de espécies secundárias iniciais. *Ocotea puberula* (Rich.) Nees. foi informada como secundária, porém segundo Citadini-Zanette et al. (2009) pertence ao grupo das clímax e *Psychotria suterella* Müll.Arg., *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman e *Virola bicuhyba* (Schott ex Spreng.) foram informadas como clímax, mas de acordo com Citadini-Zanette et al. (2009), pertence ao grupo das secundárias tardias.

Segundo Martins et al. (2012), os limites entre os grupos sucessionais distintos são arbitrários, sendo possível encontrar várias classificações, mas sempre variando entre dois extremos: o primeiro, definido por espécies pioneiras que iniciam a colonização e outro caracterizado por espécies tardias tolerantes ao sombreamento do dossel.

A classificação dos grupos sucessionais definida por Budowski (1965, 1970) considera quatro níveis de agrupamento: pioneiras, as espécies que dependem de altos níveis de luminosidade para o seu desenvolvimento, em geral ausente em sub-bosques florestais e comuns em áreas abertas. Secundárias iniciais, as espécies que possuem o desenvolvimento em condições intermediárias de sombreamento e luminosidade. Secundárias tardias, as espécies cujo crescimento ocorre exclusivamente em ambientes de sub-bosque florestal, permanentemente sombreados. E as espécies clímax possuem crescimento lento, germinam e se desenvolvem a sombra e produzem sementes grandes, normalmente sem dormência. São denominadas também tolerantes, ocorrendo no sub-bosque ou no dossel da floresta. Este grupo ocorre em pequeno número, com médias e altas densidades de indivíduos (MACEDO, 1993; GANDOLFI; LETÃO-FILHO; BEZERRA, 1995; MAGNANO et al., 2012; ROCHA-NICOLEITE et al., 2013).

Nas listas apresentadas nos PRADs não houve a classificação entre as espécies secundárias em iniciais e tardias. Espécies que compõem os estágios iniciais e tardios podem extrapolar os limites do enquadramento e ocupar diversos nichos, não seguindo um modelo linear de substituição, da mesma forma que a introdução de

determinadas espécies pode favorecer ou inibir o desenvolvimento de outras (MAGNANO et al., 2012; ROCHA-NICOLEITE et al., 2013).

Centella asiática (L.) Urb., foi indicada como uma espécie pioneira, na lista de espécies arbóreas dos PRADs (Tabela 1), porém, trata-se de espécie herbácea, pertencente à família Apiaceae.

De acordo com Rocha-Nicoleite (2013), devido ao alto grau de impacto que as áreas de mineração sofrem, as espécies pertencentes a categorias sucessionais mais avançadas apresentam dificuldades de se estabelecer, além de seu próprio comportamento de crescimento lento.

Cedrela fissilis Vell., segundo Kageyama; Gandara; Souza (1998), possui baixa densidade de indivíduos no ambiente natural, cerca de um indivíduo a cada oito hectares. Os autores inferem que as espécies muito comuns, ou seja, com alta densidade de indivíduos por área, não necessitam grandes áreas (poucos hectares), ao contrário das espécies muito raras, que possuem baixa densidade de indivíduos por área, que requerem áreas muito extensas (milhares de hectares) para a manutenção de sua população.

Kageyama; Gandara; Souza (1998) defendem que ações podem ser consideradas prioritárias com relação ao aspecto genético dos fragmentos florestais, visando garantir a sustentabilidade das populações das espécies neles existentes, assim como aumentar a eficiência dos mesmos quanto ao seu papel de conservação de populações de espécies indicadoras. O aspecto genético das espécies, como por exemplo, *C. fissilis*, se faz necessário na aplicação das escolhas das espécies e principalmente no número de mudas e alocação das mesmas no processo de restauração ambiental de área degradada, pois a alta densidade de algumas espécies pode favorecer o ataque de parasitas.

A densidade populacional e o desenvolvimento das plantas podem ser alterados em consequência da alelopatia, definida como o efeito inibitório ou benéfico, direto ou indireto, de uma planta sobre outra, via produção de compostos químicos que são liberados no ambiente. Os conhecimentos dos efeitos da alelopatia e suas interações inter e intraespecíficas de plantas e microorganismos são de suma importância no contexto de qualquer ecossistema. Tais informações possibilitam ao pesquisador identificar possíveis causas do insucesso no estabelecimento e persistência das mudas implantadas no processo de restauração (JACOBI; FERREIRA, 1991; MARASCHIN-SILVA; AQUILA, 2006; BALAH; NASSAR, 2011).

Mimosa bimucronata (DC.) Kuntze, possui efeito alelopático que pode inibir a germinação ou o crescimento de outras plantas (JACOBI; FERREIRA, 1991). É uma espécie que ao ser indicada para restauração,

também deve ter a especificação da quantidade de indivíduos e a alocação dos mesmos na área de restauração, para evitar a interferência no estabelecimento de outras espécies e o sucesso na restauração.

Com relação às 14 espécies herbáceas indicadas nos PRADs para as metodologias de restauração (Tabela 3), sete são exóticas.

Segundo a Resolução CONSEMA nº 08/2012 (CONSEMA, 2012), que dispõe a lista oficial de espécies exóticas invasoras no Estado de Santa Catarina e enquadra as espécies exóticas invasoras em duas categorias: **Categoria 1**: espécies que não têm permitida a posse, o domínio, o transporte, o comércio, a aquisição, a soltura, a translocação, a propagação, o cultivo, a criação e a doação sob qualquer forma, bem como, a instalação de novos cultivos e criações; e **Categoria 2**: espécies cujo manejo, criação ou cultivo são permitidos sob condições controladas, estando sujeitas a normas e condições específicas para o comércio, a aquisição, o transporte, o cultivo, a distribuição, a propagação e a posse, estabelecidas no Programa Estadual de Espécies Exóticas Invasoras; das sete espécies exóticas indicadas, três espécies *Brachiaria rudiziagalis* (Trin.) Griseb., *Urochloa decumbens* (Stapf) R.D.Webster e *Urochloa humidicola* (Rendle) Morrion pertencem à categoria 2, e uma espécie, *Melinis minutiflora* P.Beauv., se enquadra na categoria 1, ou seja, espécie que não pode ser indicada para restauração de área degradada, pois ocasionam prejuízos econômicos e principalmente, ecológicos.

A alelopatia é um aspecto a ser considerado também para as espécies herbáceas, uma vez que a mesma interfere no estabelecimento das demais espécies. *B. rudiziagalis*, *U. decumbens* e *U. humidicola* apresentam características alelopáticas (SOUZA-FILHO; RODRIGUES; RODRIGUES, 1997; REZENDE et al., 2003; SILVA, 2007; BARBOSA; PIVELLO; MEIRELLES, 2008).

Nenhum dos PRADs analisados apresentou a quantidade de sementes e de mudas das espécies que seriam utilizadas para a restauração. É importante quantificar as espécies que serão utilizadas para avaliar a eficiência da metodologia de restauração. A quantidade de sementes e de mudas também reflete nos custos que a restauração terá, tornando-a viável ou não. Outra questão não informada é a procedência das sementes e mudas.

É preocupante a falta de cuidado com a listagem de espécies indicadas para restauração ambiental do presente estudo. Ficou evidente que houve simplesmente uma escolha de espécies sem uma avaliação e classificação com relação às funções ecológicas de cada espécie e se a

mesma é nativa, liberada para o uso e se é viável para se restabelecer em ambientes degradados.

Tabela 3 - Relação de espécies herbáceas citadas para restauração de áreas de extração de argila, no município de Içara, SC.

Espécie	Família	Origem
<i>Arachis pintoii</i> Krapov. & W.C.Greg.	Fabaceae	Nativa
<i>Axonopus compressus</i> (Sw.) P.Beauv.	Poaceae	Nativa
<i>Berula</i> sp.	Apiaceae	Exótica
<i>Brachiaria rudizigalis</i> (Trin.) Griseb.	Poaceae	Exótica
<i>Calopogonium</i> Desv.	Fabaceae	Nativa
<i>Eragrostis curvula</i> (Schrad.) Nees.	Poaceae	Exótica
<i>Lolium</i> sp..	Poaceae	Nativa
<i>Melinis minutiflora</i> P.Beauv.	Poaceae	Exótica
<i>Mucuna pruriens</i> (L.) DC.	Fabaceae	Nativa
<i>Neonotonia wightii</i> (Graham ex Wight & Arn.) J.A.Lackey	Fabaceae	Exótica
<i>Paspalum dilatatum</i> Poir.	Poaceae	Nativa
<i>Paspalum notatum</i> Alain ex Flügge	Poaceae	Nativa
<i>Stylosanthes capitata</i> Vogel	Fabaceae	Nativa
<i>Stylosanthes macrocephala</i> M.B.Ferreira & S.Costa	Fabaceae	Nativa
<i>Urochloa decumbens</i> (Stapf) R.D.Webster	Poaceae	Exótica
<i>Urochloa humidicola</i> (Rendle) Morrion	Poaceae	Exótica

Fonte: Próprio autor.

O Estado de São Paulo, em 2001, elaborou uma resolução que contempla orientações técnicas detalhadas para projetos de restauração, a Resolução nº. 21, da Secretaria do Meio Ambiente. O texto da Resolução foi reeditado em 2003 (Resolução SMA 47/2003) e novamente em 2007 (Resolução SMA 08/2007), na tentativa de incorporar os avanços do conhecimento sobre o assunto. Entre os dispositivos vigentes nesta Resolução, o Art. 6º estabelece o número mínimo de 80 espécies (com algumas exceções) e as proporções com relação ao grupo sucessional, síndrome de dispersão e grau de ameaça de extinção (SMA, 2007; BRANCALION et al., 2009; DURIGAN et al., 2010).

Porém, para o Estado de Santa Catarina não há um instrumento jurídico, com especificações técnicas para orientar os profissionais da área e empreendedores quanto à escolha de espécies e ações para a manutenção da biodiversidade. Entretanto, por não possuir este instrumento regional, não justifica a falta de cuidado na escolha das espécies e elaboração dos planos de recuperação de áreas degradadas.

Diante do potencial da restauração ecológica como instrumento de conservação da biodiversidade e de adequação ambiental, como ferramenta para a obtenção de florestas viáveis e fornecedoras de serviços ambientais, é necessária ampla discussão pública para que sejam apontadas as vantagens, limitações e oportunidades de melhoria das ações de restauração em paisagens antrópicas, como a elaboração de instrumentos legais orientadores dessa atividade (BRANCALION et al., 2012; DURIGAN et al., 2010).

No processo de restauração ambiental, em grande parte, os projetos propõem refazer ambientes distintos dos naturais criando sistemas artificiais.

Com relação aos usos futuros indicados nos PRADs analisados, sete processos indicaram como uso futuro da área para atividades agrícolas ou utilização para compensação ambiental, transformando-a em Reserva Legal; dois indicaram construção de galpões industriais e depósito de materiais; dois processos não especificaram o uso futuro, e foram indicados os seguintes usos futuros somente uma vez: lazer, atividades agrícolas ou reserva legal; cultivos de peixes; reserva legal, pastagens ou plantio de eucalipto e atividades agrícolas. Ficou evidente que na maioria dos usos futuros indicados, houve a intenção da utilização da área para fins econômicos. Somente os usos futuros indicados com a intenção de transformar a área em uma área para Reserva Legal é que são voltados para a conservação, pois a partir do momento que há averbação de reserva legal da área, não se pode mais fazer o uso da mesma para nenhum outro fim a não ser conservação, salve exceções de acordo com o código florestal (Lei nº. 12.651/2012).

Segundo Preiskorn et al. (2009) é necessário motivar os empreendedores a escolher como uso futuro a conservação das áreas através da averbação das áreas mineradas em Reserva Legal, principalmente quando há fragmentos florestais no entorno, fazendo com que esta área sirva de corredor ecológico, conectando esses outros fragmentos. Mantendo a biodiversidade local.

Estudos de Albuquerque (2008) e Anjos et al. (2011) propuseram a atividade piscícola como alternativa para a recuperação de áreas degradadas, sendo uma alternativa de geração de renda, segurança

alimentar, além do reaproveitamento de áreas anteriormente deixadas como passivo ambiental. Como resultados observaram que a atividade piscícola consiste em uma alternativa que possibilita atenuar áreas de passivo ambiental gerados pela extração de argila. E ainda, apresenta vantagem competitiva para empresas deste setor à medida que se torna uma alternativa rentável.

Deve-se optar sempre por um uso futuro autossustentável ao longo do tempo, pelo menos para a maior parte da área. Caso a opção de autossustentabilidade não seja viável, a empresa, com auxílio da comunidade e das autoridades governamentais, pode buscar apoiadores para o projeto e juntos definirem a melhor forma de garantir a sustentação econômica da área ao longo do tempo. Outro fator a ser considerado é que, para qualquer uso escolhido, as condições de saúde e segurança serão prioritárias (CAMELO, 2006). Robertson; Devenny; Shaw (2014) propõem alguns tipos de usos conforme consta na tabela 4:

Tabela 4 - Definições de sustentabilidade do uso futuro.

Termo	Definição
Uso sustentável	Uso ou usos que podem ser sustentados indefinidamente com os recursos provindos (inclusive recursos fiscais) ou que podem ser gerados pelo próprio uso. Uso de recursos renováveis (floresta, energia hidroelétrica, recreações comerciais). São exemplos os usos que são autossustentáveis financeiramente.
Uso autossustentável	Usos que são sustentados por um processo natural, não requerendo ações do homem. Exemplos: reflorestamento ou reservas naturais.
Uso sustentável com medidas passivas	Uso que requer intervenções ocasionais do homem para sua manutenção. Exemplo: pastagens
Uso sustentável com medidas ativas	Uso que requer frequentes e contínuos esforços para manter a sustentabilidade. Exemplo: operação e manutenção de tratamento de água para remover descargas de poluentes

Fonte: Robertson; Devenny; Shaw (2014), adaptado.

A exigência da apresentação obrigatória do PRAD fundamenta-se no princípio de que as áreas ambientalmente perturbadas pelas atividades de mineração devem ser devolvidas à comunidade ou ao proprietário superficiário nas condições desejáveis e apropriadas ao

retorno do uso original do solo ou naquelas necessárias para a implantação de outro uso futuro, desde que escolhido por consenso entre as partes envolvidas e afetadas pela mineração (SAYER; CHOKKALINGAM; POULSEN, 2004; LIMA; FLORES; COSTA, 2006). A sociedade espera uma alternativa adequada para essas áreas pós-mineradas, visto que o uso futuro desses locais pode ser uma forma de tentar amenizar ou reverter o problema ocasionado pela alteração ambiental.

Com relação às visitas *in loco* nas três áreas de processos REC, não houve avaliação da dinâmica do processo de recuperação ambiental, pois nenhuma das áreas apresentou-se em recuperação. A área 1 encontra-se uma parte terraplanada e outra parte com vegetação herbácea., embora o processo na FATMA/CODAM/CRS esteja como concluído. O Uso futuro final aprovado foi o observado. A área 2 está em processo de fiscalização, pois o órgão entendeu que o empreendedor não poderia ter realizado novamente a mineração da área e está providenciando a notificação para que seja regularizado junto ao órgão ambiental. E, a área 3, que está em atividade de mineração pela COOPEMI, é um processo que foi iniciado, porém não concluído por pertencer ao TAC/COOPEMI, sendo este processo REC inválido.

6 CONCLUSÃO

Ficou evidente que existe uma defasagem comportamental no que diz respeito à restauração de áreas degradadas pela mineração de argila na área foco do presente estudo.

Há carência de recursos humanos e financeiros por parte do órgão ambiental, encarregado da análise e aprovação dos PRADs, e estes, quando submetidos à apreciação, não são analisados e fiscalizados criteriosamente. E a falta de profissionais qualificados e de uma gestão ambiental comprometida por parte das mineradoras, que reflete na qualidade do PRAD e da restauração.

É necessário elaborar o PRAD de maneira a contemplar os objetivos da restauração e com ações viáveis de implantação, e que sejam reconhecidas as potencialidades de autorrecuperação da área de forma a permitir definição das ações de restauração que possam aproveitar o potencial existente da mesma, sendo possível conduzir os processos naturais de restauração. Assim é possível que parte da restauração ocorra de maneira natural e outra a partir de metodologias de restauração. O que poderá refletir não só na redução dos custos da restauração, mas possibilita maior garantia de sucesso.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Recomendam-se duas metodologias de restauração que podem ser empregadas em áreas degradadas pela mineração de argila, por serem locais onde há uma maior extensão de solo desnudo. Estas metodologias não foram citadas em nenhum dos PRADs analisados, e se configuram em ações que conduzam a área aos processos naturais de restauração.

A primeira metodologia é proposta por Isernhagen et al. (2009), onde se utiliza grupos funcionais: Grupo de Preenchimento e Grupos de Diversidade. Para áreas mineradas por argila, onde não há vegetação, o plantio da área total fica facilitado por esta técnica.

O Grupo de Preenchimento compreende espécies que possuem rápido crescimento, são espécies pioneiras e secundárias iniciais, que possibilitam o recobrimento da área criando ambientes que favorecem o desenvolvimento dos indivíduos do Grupo de Diversidade e desfavorecem o desenvolvimento de espécies competidoras através do sombreamento.

O Grupo de Diversidade inclui as espécies que possuem crescimento mais lento, mas são fundamentais para a perpetuação da área plantada, pois irão substituir gradualmente o Grupo de Preenchimento, ocupando a área definitivamente. Este grupo é composto por espécies secundárias tardias e clímax e espécies regionais não pertencentes ao Grupo de Preenchimento, também inclui outras formas de vida além das árvores, como arbustos, herbáceas e epífitas terrestres.

O número de mudas por espécie e a proporção de espécies entre os grupos consiste em metade das mudas, utilizadas no plantio, devendo conter no mínimo 10 espécies do Grupo de Preenchimento e a outra metade deve conter no mínimo 70 espécies do Grupo de Diversidade. O número de mudas dos dois grupos deve ser igualmente distribuído e as mudas deverão ser plantadas de maneira alternada, com espaçamento de 3x2 metros, em período de chuvas, evitando-se o gasto com irrigação.

A segunda metodologia é proposta por Aumond (2009), é um modelo sistêmico que envolve a irregularização do terreno em rugosidades, onde esta superfície rugosa facilita a erosão nas superfícies convexas e conseqüente deposição da matéria nas superfícies côncavas do terreno. Dessa forma, as depressões côncavas retêm a água, sedimentos, nutrientes, sementes e propágulos. Esta técnica além de controlar os fluxos de materiais, cria gradientes de temperatura, luz e umidade, elementos que não ocorrem em área com a topografia regular,

fazendo com que os sistemas naturais se auto-organizem frente às adversidades do ambiente, gerando uma maior complexidade dentro do sistema e meios para que a própria área se restabeleça.

Nessas rugosidades, há formação de ilhas de diversidade, em função da relação da água com a vegetação que se estabelece, atraindo a fauna e formando habitats distintos, potencializando as funções ecológicas. Segundo o autor, é uma técnica que estimula a área a uma busca para um novo estado, levando em consideração todos os processos que interferem e interagem com mesma. Esta metodologia apresenta redução de custos e maiores chances de sucesso de restauração da área.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 13030**. Rio de Janeiro: ABNT, 1999.

ALBUQUERQUE, P. T. F. **A sociedade espera uma alternativa adequada para essas áreas pós-mineradas, visto que o uso futuro desses locais pode ser uma forma de tentar amenizar ou reverter o problema ocasionado pela alteração ambiental**. 2008. 108 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mineral)- Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2008.

ANJOS, M. R. et al. **Inovações tecnológicas aplicadas a recuperação de áreas degradadas pela extração de argila através da instalação da atividade piscícola na região da sub bacia do alto rio machado Rondônia – Brasil**. 2011. Disponível em: <http://www.rioterterra.org.br/wp-content/uploads/2011/07/Wits_ANJOS_1.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2014.

ARAÚJO, G. H. S.; ALMEIDA, J. R.; GUERRA, A. J. T. **Gestão Ambiental de Áreas Degradadas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

ARONSON, J.; DURIGAN, G.; BRANCALION, P. H. S. Conceitos e definições correlatos à ciência e à prática da restauração ecológica. **IF. Sér. Reg.**, n. 44, p.1-38, 2011.

AUMOND, J. J. Reflexões sobre a necessidade de uma nova abordagem na reconstrução dos ecossistemas degradados. In: TRES, D. R.; REIS, A. (Coord.). **Perspectivas sistêmicas para a conservação e restauração ambiental**: do pontual ao contexto. Itajaí, Herbário Barbosa Rodrigues, 2009. p. 45-59.

AZEVEDO, C. R.; PEREIRA, M. W. M.; PINTO, L. V. A. Utilização de ilhas de diversidade na recuperação ecológica/ambiental de áreas degradadas. CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 2., **Anais...**, Londrina, 2011. Disponível em: <<http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2011/XI-007.pdf>>. Acesso em: 5 fev. 2014.

BACK, A. J. Caracterização climática. In: MILIOLI, G.; SANTOS, R. dos; CITADINI-ZANETTE, V. (Coord.). **Mineração de carvão, meio ambiente e desenvolvimento sustentável no sul de Santa Catarina: uma abordagem interdisciplinar**. Curitiba: Juruá, 2009c. p. 17-33.

BACK, A. J. Hidrologia e Recursos Hídricos. In: MILIOLI, G.; SANTOS, R.; CITADINI-ZANETTE, V. (Coord.). **Mineração de carvão, meio ambiente e desenvolvimento sustentável no sul de Santa Catarina: uma abordagem interdisciplinar**. Curitiba: Juruá, 2009a. p. 41-49.

BACK, A. J. Solos. In: MILIOLI, G.; SANTOS, R.; CITADINI-ZANETTE, V. (Coord.). **Mineração de Carvão, Meio ambiente e Desenvolvimento sustentável no sul de Santa Catarina: uma abordagem interdisciplinar**. Curitiba: Juruá, 2009b. p. 35-40.

BALAH, M. A.; NASSAR, M. I. Allelopathic constituents from *Abutilon theophrasti* aerial parts to other weeds. **Res. J. Agric & Biol. Sci.**, v. 7, n. 2, p. 243-250, 2011.

BARBOSA, E. G.; PIVELLO, V. R.; MEIRELLES, S. T. Allelopathic evidence in *Brachiaria decumbens* and its potential to invade the brasilian cerrados. **Braz. arch. biol. technol**, v. 51, n. 4, p. 825-831, 2008.

BASSO, F. A. **Hidrosseadura com espécies arbustivo-arbóreas nativas para preenchimento de áreas degradadas na Serra do Mar**. 2008. 83 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2008.

BELLOTTO, A. et al. Monitoramento das áreas restauradas como ferramenta para avaliação da efetividade das ações de restauração e para redefinição metodológica. In: RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. (Org.). **Pacto pela restauração da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. São Paulo: LERF/ESALQ, 2009. p. 132-150.

BELLOTTO, A.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R. Restauração fundamentada no plantio de árvores, sem critérios ecológicos para a escolha e combinação das espécies. In: RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. (Org.). **Pacto pela restauração da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de**

restauração florestal. São Paulo: LERF/ESALQ, 2009. p. 15-17.

BEZERRA, J. F. R. Reabilitação de áreas degradadas por erosão em São Luis/MA. In: GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. do C. O. **Processos erosivos e recuperação de áreas degradadas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. p.31-65.

BRANCALION, P. H. S. et al. Avaliação e monitoramento de áreas em processo de restauração. In: MARTINS, S. V. (Ed.). **Restauração ecológica de ecossistemas degradados**. Viçosa: UFV, 2012. p. 262-293.

BRANCALION, P. H. S. et al. Plantio de árvores nativas brasileiras fundamentada na sucessão florestal. In: RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. (Org.). **Pacto pela restauração da Mata Atlântica**: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. São Paulo: LERF/ESALQ, 2009. p. 18-28.

BRANCALION, P. H. S.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R. Incorporação do conceito da diversidade genética na restauração ecológica. In: RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. (Org.). **Pacto pela restauração da Mata Atlântica**: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. São Paulo: LERF/ESALQ, 2009. p. 41-65.

BRANDT, W. (Coord.). **Manual de normas e procedimentos para licenciamento ambiental no setor de extração mineral**. Ministério do Meio Ambiente. Brasília: MMA/IBAMA, 2001. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa_pnla/_arquivos/MANUAL_mineracao.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2014.

BRASIL. **Constituição Federal. 1988**. Constituição da República Federativa do Brasil: promulgada em 5 de outubro de 1988. Disponível em: <http://www.senado.gov.br/legislacao/const/con1988/CON1988_05.10.1988/art_225_.shtm>. Acesso em: 19 nov. 2012.

BRASIL. **Decreto 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. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/D97632.htm>. Acesso em: 19 nov. 2012.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de vegetação rodoviária**. Rio de Janeiro: DNIT, 2009. Disponível em: <http://ipr.dnit.gov.br/manuais/manual_de_vegetacao_rodoviaria_volume_1.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2012.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm>. Acesso em: 19 nov. 2012.

BRASIL. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000**. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9985.htm>. Acesso em: 19 nov. 2012.

BUDOWSKI, G. Distribution of Tropical American rain forest species in the light of sucessional processes. **Turrialba**, v. 15, n. 1, p. 40-42, 1965.

BUDOWSKI, G. The distinction between old secondary and clímax species in tropical Central American lowland Forest. **Journal of Tropical Ecology**, v. 11, p. 44-48, 1970.

CABRAL JUNIOR, M.; et al. A mineração no Estado de São Paulo: situação atual, perspectivas e desafios para o aproveitamento dos recursos minerais. **Geociências**, São Paulo, v. 27, p. 171-192, 2008.

CAMELO, M. S. M. **Fechamento de mina**: análise de casos selecionados sob os focos ambiental, economico e social. 2006. 127 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia Geotécnica do Núcleo de Geotecnia) - Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2006. Disponível em: <http://www.nugeo.ufop.br/joomla/attachments/article/11/PaginasArquivos_16_76.pdf>. Acesso em: 14 jan. 2014.

CASAN. **Bacias Hidrográficas**. Disponível em: <<http://www.casan.com.br/menu-conteudo/index/url/bacias-hidrograficas#639>>. Acesso em: 26 set. 2013.

CASTRO, J. P. C. de. Reabilitação de áreas degradadas – Aspectos legais. In: DIAS, L. E.; MELLO, J. W. V. de (Ed.). **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa: UFV, 1988. p. 9-13.

CITADINI-ZANETTE, V. et al. Vegetação arbustivo-arbórea em fragmentos florestais do sul de Santa Catarina, Brasil. In: MILIOLI, G.; SANTOS, R.; CITADINI-ZANETTE, V. (Coord.). **Mineração de carvão, meio ambiente e desenvolvimento sustentável no sul de Santa Catarina: uma abordagem interdisciplinar**. Curitiba: Juruá, 2009. p. 107-142.

COELHO, J. M. **Relatório técnico 32 Perfil da Argila**. 2009.

Disponível em:

<http://www.mme.gov.br/sgm/galerias/arquivos/plano_duo_decenal/a_mineracao_brasileira/P23_RT32_Perfil_da_Argila.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2013.

CONNEL, J. H.; SLATYER, R. O. Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. **The American Naturalist**, v. 111, n. 982, p. 1119-1144, 1977.

CONSEMA. Conselho Estadual do Meio Ambiente. Resolução CONSEMA Nº 08, de 14 de setembro de 2012. Reconhece a Lista Oficial de Espécies Exóticas Invasoras no Estado de Santa Catarina e dá outras providências. **Diário Oficial de Santa Catarina**, n.19.429, 02 de outubro de 2012.p. 3-6.

DAVIDE, A. C. **Restauração ecológica em condições sob diferentes agentes de degradação e a importância da fauna na restauração ecológica**. In: BARBOSA, L. M. (Coord.). Políticas públicas para a restauração ecológica e conservação da biodiversidade. São Paulo: Instituto de Botânica/SMA, 2013. p. 79.

DIAS, E. G. C. S. SÁNCHEZ, L. E. Deficiências na implementação de projetos submetidos à avaliação de impacto ambiental no Estado de São Paulo. **Revista de Direito Ambiental**, v.6, n.23, p.163-204, 2001.

DNPM. **Balço Mineral Brasileiro**. 2001. Disponível em:

<http://www.dnpm.gov.br/mostra_arquivo.asp?IDBancoArquivoArquivo=361>. Acesso em: 21 nov. 2012.

DNPM. **Consulta de processos**. Disponível em:

<<https://sistemas.dnppm.gov.br/SCM/Extra/site/admin/dadosProcesso.aspx>>. Acesso em: 4 fev. 2014.

DUARTE, R. M. R.; CASAGRANDE, J. C. A interação solo-vegetação na recuperação de áreas degradadas. In: BARBOSA, L. M. (Coord.). **Manual para recuperação de áreas degradadas do estado de São Paulo: matas ciliares do interior paulista**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2006. p. 52-69.

DURIGAN, G.; et al. Normas jurídicas para a restauração ecológica: uma barreira a mais a dificultar o êxito das iniciativas. **Revista Árvore**, Viçosa, v.34, n.3, p. 471-485, 2010.

DURIGAN, G.; ENGEL, V. L. Restauração de ecossistemas no Brasil: onde estamos e para onde podemos ir? In: MARTINS, S. V. (Ed.). **Restauração ecológica de ecossistemas degradados**. Viçosa: UFV, 2012. p. 41-68.

ENGEL, V. L.; PARROTA, J. A. Definindo a Restauração Ecológica: tendências e perspectivas mundiais. In: KAGEYAMA, P. Y. et al. **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEPAF, 2003, p.3-26.

FATMA. Fundação do Meio Ambiente. **Instrução Normativa 16**: Recuperação de áreas degradadas. Março, 2012. Disponível em: <http://www.fatma.sc.gov.br/images/stories/Instrucao%20Normativa/IN%2016/in_16.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2013.

FATMA. Fundação do Meio Ambiente. **Instrução Normativa 7**: Atividades de mineração. Junho, 2013. Disponível em: <http://www.fatma.sc.gov.br/images/stories/Instrucao%20Normativa/IN%2007/in_07_jun13.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2013.

FIGUEREDO, A. G.; SEVEGNANI, L.; AUMOND, J. J. Recuperação de área degradada por mineração de argila, com o uso de *Mimosa scabrella* Benth. (Fabaceae), Doutor Pedrinho, SC. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 1, p. 741-743, 2007.

GANDOLFI, S.; LETÃO-FILHO, H. de F.; BEZERRA, C. L. F. Levantamento Florístico e caráter sucessional das espécies arbustivo-arbóreas de uma floresta mesófila semidecídua no município de Guarulhos, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 55, n. 4, p. 753-767,

1995.

GEREMIAS, M. L. Lavra e recuperação ambiental simultâneas em minas de argila no sul de Santa Catarina. **Rev. Tecnol. Ambiente**, Criciúma, v. 6, n. 2, p. 55-74, 2000.

GOMES, A. M.; SILVA, A. C. **Reabilitação da cobertura vegetal de área degradada por empréstimo de materiais**. 2002. Disponível em: <<http://www.cemacufla.com.br/trabalhospdf/trabalhos%voluntarios/Protoc%2092.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2013.

GRIFFITH, J. J. Cinco subsistemas de recuperação ambiental: uma proposta de gestão holônica. In: ALBA, J. M. F. (Ed.). **Recuperação de áreas mineradas**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2010. p. 81-101.

GRIFFITH, J. J. Recuperação conservacionista da superfície das áreas mineradas: Uma revisão de literatura. Viçosa: Sociedade de Investigações Florestais. UFV. **Boletim Técnico**, n. 79, 1980.

HERRMANN, H. Recuperação socioambiental de áreas mineradas. In: ALBA, J. M. F. (Ed.). **Recuperação de áreas mineradas**. 2. ed. Brasília: Embrapa informações tecnológicas, 2010. p. 123-145.

HOLL, K. D. et al. Planting seedlings in tree island versus plantations as a large-scale tropical forest restoration strategy. **Restoration Ecology**. 2010. Disponível em: <[http://www.fs.fed.us/psw/publications/cordell/psw_2010_cordell\(holl\)002.pdf](http://www.fs.fed.us/psw/publications/cordell/psw_2010_cordell(holl)002.pdf)>. Acesso em: 10 jan. 2014.

IBAMA. Instrução Normativa nº 4, de 13 de abril de 2011. **Diário Oficial da União**. Seção 1, nº 72, quinta-feira, 14 de abril de 2011, p.100-103. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/phocadownload/supes_go/in_ibama_n_004_de_13_04_2011_dou1_14_04_11_procedimentos_para_elaborao_de_prads.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2013.

IBAMA. **Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração**: técnicas de revegetação. Brasília: IBAMA, 1990.

ISERNHAGEN, I. et al. Diagnóstico ambiental das áreas a serem restauradas visando a definição de metodologias de restauração florestal. In: RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. (Org.). **Pacto pela restauração da Mata Atlântica**: referencial dos

conceitos e ações de restauração florestal. São Paulo: LERF/ESALQ, 2009. p. 91-130.

JACOBI, U. S.; FERREIRA, A. G. Efeitos alelopáticos de *Mimosa bimucronata* (DC) OK. sobre espécies cultivadas, **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.26, n.7, p.935-943, jul., 1991.

KAGEYAMA, P. Y. et al. **Consórcio de espécies nativas de diferentes grupos sucessionais em Teodoro Sampaio-SP.** In: II CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., **Anais...** São Paulo, SP, Inst. Flor. São Paulo, p. 527-533. 1992.

KAGEYAMA, P. Y.; GANDARA, F. B.; SOUZA, L. M. I. de. Consequências genéticas da fragmentação sobre populações de espécies arbóreas. **Série Técnica IPEF**, v. 12, n. 32, p. 65-70, 1998.

LIMA, H. M.; FLORES, J. C. C.; COSTA, F. L. Plano de recuperação de áreas degradadas versus plano de fechamento de mina: um estudo comparativo. **REM**, Ouro Preto, v. 59, m. 4, p. 397-402, 2006.

MACEDO, A. C. **Revegetação: matas ciliares e de proteção ambiental.** São Paulo: Fundação Florestal, 1993.

MACEDO, R. L. G. et al. Hidrossemeadura para a recuperação de áreas tropicais degradadas. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, ano 1, n. 1, 2003

MAGNANO, L. F. S. et al. Os processos e estágios sucessionais da Mata Atlântica como referencia para a restauração florestal. In: MARTINS, S. V. (Ed.). **Restauração ecológica de ecossistemas degradados.** Viçosa: UFV, 2012. p. 69-100.

MANHAGO, S. R. **Técnicas de revegetação de Taludes de aterro Sanitário.** 2008. 27 f. Monografia (Curso de Engenharia Florestal) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2008.

MARASCHIN-SILVA, F.; AQUILA, M. E. A. Potencial alelopático de espécies nativas na germinação e crescimento inicial de *Lactuca sativa* L. (Asteraceae). **Acta bot. Brás.**, v. 20, n. 1, p. 61-69, 2006.

MARTINS, S. V. et al. Sucessão ecológica: Fundamentos e aplicações na restauração de ecossistemas florestais. In: MARTINS, S. V. (Ed.).

Ecologia de florestas tropicais do Brasil. 2. ed. Viçosa: UFV, 2012. p. 21-52.

MECHI, A.; SANCHES, D. L. Impactos ambientais da mineração no Estado de São Paulo. **Estudos Avançados**, v. 24, n. 68, p. 209-220, 2010.

MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Macrodiagnóstico da zona costeira e marinha.** Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa_sigercom/_arquivos/geomorfologia_15_78.p df](http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa_sigercom/_arquivos/geomorfologia_15_78.pdf)>. Acesso em: 26 set. 2013.

MORAES, L. F. D. et al. Plantio de espécies arbóreas nativas para a restauração ecológica na reserva biológica de Poços das Antas, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia**, v. 57, n. 3, p. 477-489, 2006.

OLIVEIRA, M. S. **Restauração ecológica: princípios ecológicos x base conceitual.** Núcleo de Estudos e Pesquisas Ambientais, UNICAMP, 2008. Disponível em: <http://www2.ib.unicamp.br/profs/thomas/arch/AS002_2008/ensaios%20finais/ensaio2_marianne.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2013.

PAGNAN, S. **COOPEMI inova a extração de argila.** Informativo Sindiceram. Morro da Fumaça, SC, outubro de 2012, Edição 02, Ano 1. Disponível em: <http://www.sindicermf.com.br/fotos/representantes1_02_08_2013_09_32_07_6370.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2013.

PARROTA, J. A.; TURNBULL, J. W.; JONES, N. Catalyzing native Forest regeneration on degraded tropical lands. **Forest Ecology and Management**, n. 99, p. 1-7, 1997.

PILLON, C. N.; MIURA, A. K.; ALBA, J. M. F. Agricultura no contexto da recuperação de áreas mineradas. In: ALBA, J. M. F. (Ed.). **Recuperação de áreas mineradas.** 2. ed. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2010. p. 31-46.

PINTO, L. P. et al. Introdução. In: RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. (Org.). **Pacto pela restauração da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal.** São Paulo: LERF/ESALQ, 2009.

PREISKORN, G. M. et al. Metodologia de restauração para fins de aproveitamento econômico (Reserva legal e áreas agrícolas). In: RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. (Org.). **Pacto pela restauração da Mata Atlântica**: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. São Paulo: LERF/ESALQ, 2009. p. 162-179.

REGENSBURGER, B. **Recuperação de áreas degradadas pela mineração de argila através da regularização topográfica, da adição de insumos e serrapilheira, e de atratores da fauna**. 2004. 97 f. Dissertação (Mestrado em Agrossistemas) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

REIS, A. et al. Degradação de áreas degradadas: a nucleação como base para incrementar os processos sucessionais. **Natureza & Conservação**, v. 1, n. 1, p. 28-36, 2003.

REIS, A.; ZAMBONIN, R. M.; NAKAZONO, E. M. Recuperação de áreas florestais degradadas utilizando a sucessão e as interações planta-animal. **Série Cadernos da Biosfera 14**. Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica/Governo do Estado de São Paulo. São Paulo, 1999.

REZENDE, C. P. et al. Alelopatia e suas interações na formação e manejo de pastagens. **Boletim Agropecuário**, Lavras, n. 54, p. 1-55, 2003.

ROBERTSON, A. M; DEVENNY, D.; SHAW, S. C. **Post Mining Sustainable Use Plans vs Closure Plans**. Disponível em: <http://www.robertsongeoconsultants.com/publications/post_Mining.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2014.

ROCHA-NICOLEITE, E. et al. **Mata Ciliar**: implicações técnicas sobre a restauração após mineração de carvão. Criciúma: SATC, 2013

RODRIGUES, E. **Ecologia da restauração**. Londrina: Planta, 2013.

RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. (Org.). **Pacto pela restauração da Mata Atlântica**: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. São Paulo: LERF/ESALQ, 2009.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LETÃO-FILHO, H. de F. (Ed.). **Matas Ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP, 2004. p. 235-247.

SÁNCHEZ, L. E. **Desengenharia**: o passivo ambiental na desativação de empreendimentos industriais. São Paulo: EDUSP, 2001.

SÁNCHEZ, L. E. Planejamento e gestão do processo de recuperação de áreas degradadas. In: ALBA, J. M. F. (Ed.). **Recuperação de áreas mineradas**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2010. p. 103-121.

SAYER, J.; CHOKKALINGAM, U.; POULSEN, J. The restoration of forest biodiversity and ecological values. **Forest Ecology and Management**, v.201, p.3-11, 2004.

SER. Society for Ecological Restoration International. Grupo de Trabalho sobre Ciência e Política. **Princípios da SER International sobre a restauração ecológica**. 2004. Disponível em: <https://www.ser.org/pdf/SER_Primer_Portuguese.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2012.

SILVA, W. A. da. **Potencial alelopático do extrato aquoso de cumarú (*Amburana cearensis* A.C. Smith) e jurema-preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir) na germinação e crescimento de plântulas de sorgo (*Sorghum bicolor* L.), milho (*Zea mays* L.) e feijão guandu (*Cajanus cajan* L.)**. 50 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- UFCG, Patos, 2007.

SIRHESC. **Sistema de Informação sobre Recursos Hídricos do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: Diretoria de Recursos Hídricos. Disponível em: <<http://www.sirhesc.sds.sc.gov.br/>>. Acesso em: 26 set. 2013.

SMA. **Resolução SMA 08 de 7 de março de 2007**. Altera e amplia as resoluções SMA 21 de 21-11-2001 e SMA 47 de 26-11-2003. Fixa a orientação para o reflorestamento heterogêneo de áreas degradadas e dá providências correlatas. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamentoo/legislacao/estadual/resolucoes/2007_Res_SMA_8.pdf>. Acesso em: 26 set. 2013.

SOUZA-FILHO, A. P. S.; RODRIGUES, L. R. A.; RODRIGUES, T. J. D. Potencial alelopático de forrageiras tropicais: efeitos sobre invasoras de pastagens. **Planta Daninha**, v. 15, n. 1, p. 54-60, 1997.

TILMAN, D. **Plant strategies and the dynamics and structure of plant communities**. New Jersey: Princeton University Press, Princeton, 1988.

TRENNEPOHL, C.; TRENNEPOHL, T. **Licenciamento Ambiental**. 3. ed. Niterói: Impetus, 2010.

VIBRANS, A. C. et al. (Ed.). **Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina**: Floresta Ombrófila Densa. v. 4. Blumenau: Edifurb, 2013.

ZIMMERMANN, D. G.; TREBIEN, D. O. P. Solos construídos em áreas mineradas como fundamento para recuperar o ambiente. **Revista Tecnologia e Ambiente**, Criciúma, v. 7, n. 1, p. 61-103, 2001.