

## ANÁLISE DOS PLANOS DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS PELA MINERAÇÃO DE ARGILA NO SUL DE SANTA CATARINA, BRASIL

### ANALYSIS OF RECOVERY PLANS OF DEGRADED AREAS BY CLAY MINING IN SOUTHERN SANTA CATARINA, BRAZIL

#### RESUMO

Este estudo teve por objetivo analisar os Planos de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) por mineração de argila no município de Içara, Sul de Santa Catarina quanto suas informações técnicas para o processo de recuperação da área. O método compreendeu a análise das informações acerca das técnicas de recuperação, as espécies vegetais e Usos Futuros indicados contidas nos PRAD do acervo do Instituto do Meio Ambiente (IMA), por meio da leitura dos mesmos. Nos 16 processos ambientais analisados, foram propostos cinco tipos de técnicas para a restauração ambiental, com indicação total de 66 espécies vegetais. Dentre as 15 espécies herbáceas terrícolas indicadas, oito são exóticas, sendo que destas, quatro possuem restrição de uso por serem exóticas invasoras e entre as espécies arbustivas e arbóreas duas possuem efeito alelopático e três são de ocorrência do Cerrado, que não ocorrem na Mata Atlântica. Ficou evidente a falta de planejamento e conhecimento na escolha das espécies indicadas para recuperação. Os usos futuros indicados para as áreas são em maior parte para fins econômicos. Os problemas apontados nos PRAD refletem diretamente no sucesso da recuperação das áreas degradadas por mineração de argila no sul de Santa Catarina.

**Palavras-chave:** Restauração Ecológica. Gestão ambiental. PRAD.

#### ABSTRACT

This study aimed to analyze the recovery plans for degraded areas (PRAD) by Clay mining in the municipality of Içara, south of Santa Catarina, as well as their technical information for the recovery process of the area. The method comprised the analysis of information about recovery techniques, botanical species and future uses indicated in the PRAD of the Institute of the Environment (IMA), through their reading. In the 16 environmental processes analyzed, five types of restoration techniques were proposed, with a total indication of 66 plant species. Among the 15 herbaceous species indicated, eight are exotic, four of which have restriction of use because they are invasive exotic and between the shrubs and arboreal species have allelopathic effect and three are of the occurrence of the Cerrado, that do not occur in the Atlantic forest. The lack of planning and knowledge in the choice of the species indicated for recovery was evident. The future uses indicated for the areas are largely for economic purposes. The problems pointed out in the PRAD directly reflect the success of recovering the degraded areas by clay mining in southern Santa Catarina.

**Keywords:** Restoration Ecology. Environmental management. PRAD.

#### Patrícia Figueiredo Corrêa

Bióloga, Mestre em  
Ciências Ambientais,  
Programa de Pós-  
Graduação em Ciências  
Ambientais, UNESC, E-mail:  
pcorrea@unesc.net

#### Guilherme Alves Elias

Biólogo, Doutor em  
Ciências Ambientais,  
Programa de Pós-  
Graduação em Ciências  
Ambientais, UNESC, E-mail:  
guilherme@unesc.net

#### Gisele Pezente

Bióloga, Especialista em  
Educação, Diversidade e  
Redes de Proteção Social,  
UNESC, E-mail:  
gipezente@hotmail.com

#### Robson Santos

Biólogo, Doutor em  
Engenharia Mineral,  
Programa de Pós-  
Graduação em Ciências  
Ambientais, UNESC, E-mail:  
rsa@unesc.net

## INTRODUÇÃO

O Brasil possui grandes reservas minerais (REZENDE, 2016). No sul de Santa Catarina, além do carvão mineral, destaca-se também a mineração de argila, matéria-prima utilizada principalmente pelas empresas ceramistas e por olarias da região (DNPM, 2001). Esta é uma característica da indústria produtora de cerâmica estrutural e revestimento cerâmico, ou seja, a necessidade de estar próxima às jazidas de argila (CONSTANTINO et al., 2006).

A mineração de argila é uma atividade que ocorre a céu aberto, resultando em impactos ambientais, como a supressão de vegetação, a remoção da camada fértil do solo, a exposição de solos aos processos erosivos que geram efeitos danosos no equilíbrio dos ecossistemas, além da desfiguração da paisagem e o desconforto ambiental (MECHI; SANCHES, 2010).

Historicamente, os espaços minerados eram abandonados sem nenhum tipo de preocupação com a recuperação ambiental. No entanto, atualmente, a Lei nº. 6.938, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente (BRASIL, 1981), responsabiliza as empresas a fazerem a mitigação dos impactos negativos causados pela mineração, através da restauração, reabilitação ou recuperação dos ambientes degradados. A recuperação ambiental consiste em fazer o sítio degradado retornar a uma forma e utilização com o restabelecimento de processos naturais, seja para uso produtivo, implantação de uma atividade de recreação ou valorização estético-ecológica (IBAMA, 1990; SER, 2016; MCDONALD, 2016).

O processo que envolve a recuperação de um ambiente é complexo, e requer tempo, recursos e conhecimento (ALMEIDA, 2016). É por estes motivos que o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) é o primeiro passo para a remediação de uma área degradada, pois configura-se como instrumento que contempla métodos que serão utilizados para a recuperação do ambiente em questão (ENGEL; PARROTA, 2003).

É uma realidade que o esforço dos empreendedores frente a recuperação não é uma preocupação com relação ao meio ambiente, a visão é fixada no cumprimento de obrigações legais, ou seja, somente para cumprimento de instruções normativas, sem fundamentação e cuidado com as informações presentes nele (SÁNCHEZ, 2010).

De acordo com Bellotto et al. (2009), até o início dos anos 1980 os métodos de restauração ambiental eram incipientes, fundamentados em plantios aleatórios de espécies

arbóreas, muitas vezes com espécies exóticas. Uma prática ainda comum nos PRAD é a simples proposição de processos de revegetação, sem o foco do restabelecimento das funções ecológicas do ambiente degradado (LIMA et al., 2006).

Neste contexto, o presente estudo teve como objetivo analisar os Planos de Recuperação de Áreas Degradadas por mineração de argila, do município de Içara, Sul de Santa Catarina, sobre seus aspectos de indicação de espécies vegetais e usos futuros pretendidos nas áreas.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Foi realizada pesquisa exploratória com base nos PRAD, contidos nos processos de licenciamento ambiental por mineração de argila, do município de Içara, localizado ao sul do estado de Santa Catarina. O município pertence à Associação dos Municípios da Região Carbonífera (AMREC).

A região apresenta relevo caracterizado como ondulado e suave ondulado (BACK, 2009). Os solos da região são compostos por 58% de Argissolos, 21% de Gleissolos, 8% de Neossolos, 2% de Organossolos e 1% de Espodossolos e Nitossolos, sendo o primeiro tipo, solos não hidromórficos, com perfis profundos e pouco profundos (BACK, 2009). Esta condição do solo é considerada promissora e lucrativa em relação à produção de azulejos (FONTANELLA, 2001).

Foram analisados 16 Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) de processos de mineração de argila, do acervo do Instituto do Meio Ambiente (IMA). A pesquisa exploratória nos PRAD ocorreu entre 2007 e 2012 (período de cinco anos) no acervo do IMA, tempo máximo que o IMA armazena os arquivos.

Foi realizado consulta e leitura em cada PRAD, identificando as informações neles contidas: a) as técnicas de recuperação, b) as espécies vegetais indicadas e c) uso futuro das áreas.

Para a verificação do nome científico das espécies vegetais apresentadas nos PRAD e suas respectivas indicações como exóticas e nativas do Brasil, foi consultada a Lista de Espécies da Flora do Brasil (FLORA DO BRASIL 2020 EM CONSTRUÇÃO, 2018). Enquanto a classificação das formas biológicas e grupos ecológicos seguiu Citadini-Zanette et al. (2009)

O presente estudo foi desenvolvido em três etapas: pesquisa exploratória; consulta

e leitura dos PRAD; análises dos dados contidos nos PRAD, verificando as espécies utilizadas e usos futuros indicados.

## RESULTADOS

Foram analisados 16 Planos de Recuperação de Áreas Degradadas, sendo que os processos analisados apresentaram métodos para a recuperação ambiental das áreas após a extração de argila, não sendo a recuperação concomitante à extração (Tabela 1).

Tabela 1 - Relação das metodologias de restauração ambiental, quantidades de processos que apresentaram tais metodologias e uso futuro indicados nos processos.

| Metodologia de Recuperação   | Quantidade | Uso   |
|--|------------|---|
| 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.  | 7          | Atividades agrícolas ou reserva legal (compensação ambiental).        |
| 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.  | 1          | Lazer, atividades agrícolas ou reserva legal (compensação ambiental). |
| 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. | 1          | Construção de galpões industriais.                                    |
| Transposição de solo da área utilizando a camada fértil estocada durante a fase de execução da lavra. Revegetação com hidrossemeadura.   | 1          | Pastagem e plantio de eucalipto.                                      |
| Revegetação através de semeadura.  | 1          | Sem indicação.  |
| Revegetação com gramíneas através de semeadura convencional.   | 1          | Cultivo de peixes.  |
| Revegetação com gramíneas.   | 1          | Atividade agrícola.   |
| Revegetação com gramíneas e mudas nativas frutíferas.  | 1          | Construção de galpões para depósito de materiais.                     |
| Transposição de solo da área utilizando a camada fértil estocada durante a fase de execução da lavra. Revegetação com gramíneas.   | 1          | Sem indicação.  |
| Revegetação da área com locação de sistemas sucessionais e introdução de espécies pioneiras na primeira etapa e espécies secundárias e clímax na segunda etapa.  | 1          | Reserva legal.  |

Fonte: Autores, 2018

Os usos futuros indicados nos PRAD incluem a utilização para atividades agrícolas, construção de galpões industriais e depósito de materiais, reserva legal, compensação ambiental, cultivos de peixes e plantio de *Eucalyptus* spp. (Tabela 1).

Em se tratando da indicação das espécies vegetais a serem utilizadas, foram indicadas ao todo 66 espécies, distribuídas entre os hábitos arbóreo, arbustivo, herbáceo terrícola e trepadeiras, sendo indicadas 44 árvores, 15 ervas, quatro arbustos e apenas três trepadeiras (Tabela 2).

Tabela 2: Relação das espécies vegetais indicadas para recuperação ambiental, contidas nos PRAD dos processos de mineração de argila do município de Içara, SC, com descrição de Hábito; Grupo Ecológico (GEco), sendo Pio: Pioneira, Sin: Secundária Inicial, Sta: Secundária Tardia, Cli: Clímax e \*não foi possível identificação do grupo ecológico, e a ocorrência sendo Nativa do Brasil ou Exótica.

| <b>Família/Espécie</b>                        | <b>Hábito</b> | <b>GEco</b> | <b>Ocorrência</b> |
|---|---------------|-------------|-------------------|
| <b>ANACARDIACEAE</b>                          |               |             |                   |
| <i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi          | árvore        | Pio         | Nativa            |
| <b>ANNONACEAE</b>                             |               |             |                   |
| <i>Xylopia brasiliensis</i> Spreng.           | árvore        | Pio         | Nativa            |
| <b>APIACEAE</b>                               |               |             |                   |
| <i>Berula</i> sp.                             | erva          | -*          | Exótica           |
| <i>Centella asiatica</i> (L.) Urb.            | erva          | -*          | Exótica           |
| <b>APOCYNACEAE</b>                            |               |             |                   |
| <i>Aspidosperma olivaceum</i> Müll.Arg.       | arbusto       | Cli         | Nativa            |
| <b>ARECACEAE</b>                              |               |             |                   |
| <i>Bactris setosa</i> Mart.                   | arbusto       | Cli         | Nativa            |
| <i>Euterpe edulis</i> Mart.                   | árvore        | Cli         | Nativa            |
| <i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman | árvore        | Sta         | Nativa            |
| <b>BIGNONIACEAE</b>                           |               |             |                   |
| <i>Handroanthus umbellatus</i> (Sond.) Mattos | árvore        | Pio         | Nativa            |
| <i>Jacaranda micrantha</i> Cham               | árvore        | Sta         | Nativa            |
| <i>Jacaranda puberula</i> Cham.               | árvore        | Pio         | Nativa            |
| <b>CANNABACEAE</b>                            |               |             |                   |
| <i>Trema micrantha</i> (L.) Blume             | árvore        | Pio         | Nativa            |
| <b>CLETHRACEAE</b>                            |               |             |                   |
| <i>Clethra scabra</i> Pers.                   | árvore        | Pio         | Nativa            |
| <b>ELAEOCARPACEAE</b>                         |               |             |                   |
| <i>Sloanea guianensis</i> (Aubl.) Benth.      | árvore        | Cli         | Nativa            |
| <b>EUPHORBIACEAE</b>                          |               |             |                   |

| <b>Família/Espécie</b>   | <b>Hábito</b> | <b>GEco</b> | <b>Ocorrência</b> |
|--|---------------|-------------|-------------------|
| <i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll.Arg.                | árvore        | Sin         | Nativa            |
| <i>Croton celtidifolius</i> Baill.                               | árvore        | Pio         | Nativa            |
| <i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong                            | árvore        | Pio         | Nativa            |
| <i>Tetrorchidium rubrivenium</i> Poepp.                          | árvore        | Sin         | Nativa            |
| <b>FABACEAE</b>  |               |             |                   |
| <i>Arachis pintoii</i> Krapov. & W.C.Greg.                       | erva          | -*          | Nativa            |
| <i>Calopogonium</i> sp.  | erva          | Pio         | Nativa            |
| <i>Inga marginata</i> Willd.                                     | árvore        | Sin         | Nativa            |
| <i>Inga sessilis</i> (Vell.) Mart.                               | árvore        | Sin         | Nativa            |
| <i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze                           | árvore        | Pio         | Nativa            |
| <i>Mucuna pruriens</i> (L.) DC.                                  | trepadeira    | -*          | Nativa            |
| <i>Neonotonia wightii</i> (Graham ex Wight & Arn.)<br>J.A.Lackey | trepadeira    | -*          | Nativa            |
| <i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F.Macbr.                 | árvore        | Pio         | Nativa            |
| <i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S. Irwin & Barneby              | arbusto       | Pio         | Nativa            |
| <i>Stylosanthes capitata</i> Vogel                               | erva          | -*          | Nativa            |
| <i>Stylosanthes macrocephala</i> M.B.Ferreira & Sousa Costa      | erva          | -*          | Nativa            |
| <b>LAMIACEAE</b>   |               |             |                   |
| <i>Aegiphila verticillata</i> Vell.                              | árvore        | Pio         | Nativa            |
| <b>LAURACEAE</b>   |               |             |                   |
| <i>Aiouea saligna</i> Meisn.                                     | árvore        | Sin         | Nativa            |
| <i>Cinnamomum glaziovii</i> (Mez) Kosterm.                       | árvore        | Cli         | Nativa            |
| <i>Nectandra oppositifolia</i> Nees                              | árvore        | Sta         | Nativa            |
| <i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees                              | árvore        | Cli         | Nativa            |
| <b>MAGNOLIACEAE</b>  |               |             |                   |
| <i>Magnolia ovata</i> (A.St.-Hil.) Spreng.                       | árvore        | Sta         | Nativa            |
| <b>MELASTOMATACEAE</b>   |               |             |                   |
| <i>Tibouchina sellowiana</i> Cogn.                               | árvore        | Sin         | Nativa            |
| <b>MELIACEAE</b>   |               |             |                   |
| <i>Cabrlea canjerana</i> (Vell.) Mart.                           | árvore        | Sta         | Nativa            |
| <i>Cedrela fissilis</i> Vell.                                    | árvore        | Sta         | Nativa            |
| <i>Trichilia lepidota</i> Mart.                                  | árvore        | Cli         | Nativa            |
| <b>MONIMIACEAE</b>   |               |             |                   |
| <i>Mollinedia schottiana</i> (Spreng.) Perkins                   | árvore        | Cli.        | Nativa            |
| <b>MORACEAE</b>  |               |             |                   |
| <i>Brosimum lactescens</i> (S. Moore) C.C.Berg                   | árvore        | Cli         | Nativa            |
| <i>Ficus enormis</i> Mart. ex Miq.                               | árvore        | Sta         | Nativa            |
| <i>Ficus insipida</i> Willd.                                     | árvore        | Sta         | Nativa            |
| <b>MYRISTICACEAE</b>   |               |             |                   |

| <b>Família/Espécie</b>                                 | <b>Hábito</b> | <b>GEco</b> | <b>Ocorrência</b> |
|--|---------------|-------------|-------------------|
| <i>Virola bicuhyba</i> (Schott ex Spreng.) Warb        | árvore        | Sta         | Nativa            |
| <b>MYRTACEAE</b>                                       |               |             |                   |
| <i>Campomanesia reitziana</i> D.Legrand                | árvore        | Sta         | Nativa            |
| <i>Eugenia multicostata</i> D.Legrand                  | árvore        | Cli         | Nativa            |
| <i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.                      |               | Sin         | Nativa            |
| <i>Psidium cattleianum</i> Sabine                      | árvore        | Sta         | Nativa            |
| <b>NYCTAGINACEAE</b>                                   |               |             |                   |
| <i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz                  | árvore        | Sin         | Nativa            |
| <b>PASSIFLORA</b>                                      |               |             |                   |
| <i>Passiflora alata</i> Curtis                         | trepadeira    | -*          | Exótica           |
| <b>PHYLLANTHACEAE</b>                                  |               |             |                   |
| <i>Hyeronima alchorneoides</i> Allemão                 | árvore        | Sin         | Nativa            |
| <b>POACEAE</b>   |               |             |                   |
| <i>Axonopus compressus</i> (Sw.) P.Beauv.              | erva          | -*          | Nativa            |
| <i>Eragrostis curvula</i> (Schrud.) Nees               | erva          | -*          | Exótica           |
| <i>Lolium</i> sp. L.                                   | erva          | -*          | Exótica           |
| <i>Melinis minutiflora</i> P.Beauv.                    | erva          | -*          | Exótica           |
| <i>Paspalum dilatatum</i> Poir.                        | erva          | Pio         | Nativa            |
| <i>Paspalum notatum</i> Flüggé                         | erva          | Pio         | Nativa            |
| <i>Urochloa decumbens</i> (Stapf) R.D.Webster          | erva          | -*          | Exótica           |
| <i>Urochloa humidicola</i> (Rendle) Morrón & Zuloaga   | erva          | -*          | Exótica           |
| <i>Urochloa ruziziensis</i> (R.Germ.& Evrard) Crins.   | erva          | -*          | Exótica           |
| <b>PRIMULACEAE</b>                                     |               |             |                   |
| <i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult. | árvore        | Sin         | Nativa            |
| <b>RUBIACEAE</b>                                       |               |             |                   |
| <i>Psychotria suterella</i> Müll.Arg.                  | árvore        | Sta         | Nativa            |
| <b>SALICACEAE</b>                                      |               |             |                   |
| <i>Casearia sylvestris</i> Sw.                         | árvore        | Sin         | Nativa            |
| <b>SAPINDACEAE</b>                                     |               |             |                   |
| <i>Matayba guianensis</i> Aubl.                        | árvore        | Sta         | Nativa            |
| <b>SOLANACEAE</b>                                      |               |             |                   |
| <i>Solanum pseudocapsicum</i> L.                       | arbusto       | Pio         | Nativa            |
| <b>URTICACEAE</b>                                      |               |             |                   |
| <i>Cecropia glaziovii</i> Snethl.                      | árvore        | Pio         | Nativa            |

Fonte: Autores, 2018

Com relação aos grupos ecológicos, das quatro espécies arbustivas indicadas, duas são pioneiras e duas clímax. Entre as espécies arbóreas 12 são pioneiras, 11 secundárias iniciais, 13 secundárias tardias e oito clímax. Dentre as 15 espécies de ervas, 11 são

exóticas. Houve a indicação de três espécies de trepadeiras, dentre as quais, duas das indicações são de espécies nativas do Brasil e uma exótica.

## DISCUSSÃO

Para a recuperação destes ambientes alterados pela mineração de argila, os PRAD indicaram algumas técnicas, sendo uma delas a hidrossemeadura, que é um método empregado para o estabelecimento de cobertura vegetal que permite rapidez e economia no revestimento vegetal (MACEDO et al., 2003). Esse se tornou o método mais empregado de revestimento vegetal em alguns tipos de solo devido a facilidade de se promover o restabelecimento em áreas de cortes, encostas e áreas descobertas por mineração de argila.

A revegetação com gramíneas também foi proposta nos PRAD avaliados, no entanto, sem especificar o procedimento metodológico adotado. Segundo Brasil (2009), o plantio de espécies herbáceas produz grande quantidade de matéria orgânica, aumentando a capacidade de retenção do oxigênio e de água no solo. 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 (BRASIL, 2009). Contudo, o uso de espécies de gramíneas exóticas e aquelas também consideradas invasoras, como a braquiária (espécie do gênero *Urochloa*) e o capim gordura (*Melinis minutiflora*), podem comprometer o desenvolvimento e estabelecimento da vegetação arbustivo-arbórea e demais espécies nativas, fato observado no presente estudo com relação às indicações de espécies exóticas.

O plantio de mudas para cinturão vegetal (cortina vegetal) também foi um método proposto, porém de maneira superficial, apresentando simplesmente uma lista de espécies para serem plantadas ao redor da área, sem especificações e critérios a serem adotados. Segundo Santos e Valcarcel (1997) o cinturão vegetal é planejado de maneira a formar várias fileiras de árvores e arbustos de tamanhos variados, dispostos de modo descontraído. Entre as vantagens mais importantes no uso dessa técnica é o baixo custo, alta durabilidade, fácil manejo, utilização como sombra, aproveitamento da lenha e diminuição do vento; entre as desvantagens tem-se a competição entre as espécies por nutrientes e tempo considerável para o estabelecimento da vegetação. Por isso a importância da especificação desta técnica acompanhado da escolha correta de espécies



com características para as funções do cinturão vegetal.

Outro método indicado nos processos analisados foi a proposição de alocação de sistemas sucessionais (ilhas de diversidade), como técnica para recuperação de áreas degradadas, porém, os trabalhos não indicavam a quantidade de ilhas de diversidade por hectare que as áreas necessitavam, simplesmente foi indicada uma técnica, sem subsídios para que ela de fato fosse implantada. Segundo Holl et al. (2011), a técnica de sistemas sucessionais é uma prática que imita o processo de nucleação natural. Os modelos de plantio que separam as espécies em grupos funcionais, chamados de modelos sucessionais, têm otimizado o potencial das espécies utilizadas na recuperação das áreas degradadas. Nesse caso, 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 (MORAES et al., 2006). Já para Reis et al. (1999) as 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 e aos processos de polinização e dispersão, além de fenofases distribuídas em todo o ano. 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 indicadas, o cronograma de implantação das mudas e suas fases (ALMEIDA, 2016). O que não foi encontrado nos PRAD analisados.

Quanto as técnicas de nucleação, que também foram indicadas nos PRAD analisados, autores apontam que a nucleação, sendo utilizada como base para a restauração ambiental 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 (REIS et al., 2014; BRANCALION et al., 2015; TRENTIN et al., 2018). Este procedimento se torna possível através das comunidades que são formadas os núcleos diversos, juntamente com a fauna atraída por eles. Dessa forma, a área tende a estabilização mais rápido. Quanto maior o número de ações nucleadoras, maiores serão as chances de acelerar o ritmo sucessional, no entanto, nos PRAD analisados, não houve a descrição da quantidade de alocação dos núcleos e de que forma os mesmos estariam distribuídos nas áreas (REIS et al., 2014; BRANCALION et al., 2015; TRENTIN et al.,

2018).

Quanto ao plantio de espécies vegetais, citado em alguns dos trabalhos analisados, Parrota et al. (1997) e Moraes et al. (2006) citam que o plantio de espécies arbóreas nativas constitui importante ferramenta para a restauração ambiental 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. Neste contexto, dentro da avaliação das espécies indicadas nos PRAD analisados, faltaram abordagens claras sobre a escolha das espécies, sendo apresentadas listas, sem informações e características das espécies escolhidas. Bellotto et al. (2009) apontam a necessidade da combinação das espécies de acordo com suas exigências ecológicas. Sem a incorporação dos conceitos ecológicos e do papel da diversidade, não se terá eficiência na restauração ambiental desses ambientes degradados.

A separação das espécies arbóreas em grupos ecológicos ou funcionais é uma maneira de possibilitar o manuseio do grande número de espécies, mediante seu agrupamento por funções semelhantes e de acordo com suas exigências. Na maioria das vezes com diferentes critérios para a classificação das espécies, com base principalmente na resposta à luz (MACEDO, 1993; BRANCALION et al., 2009; ROCHA-NICOLEITE et al., 2013).

Com relação às espécies que foram indicadas nas listas dos PRAD, foram indicadas espécies arbóreas, juntamente com o grupo sucessional a qual pertencem, no entanto, em comparação com a lista de espécies da região carbonífera (CITADINI-ZANETTE et al., 2009), alguns grupos sucessionais informado nos PRAD diferem dos apresentados na lista. *Alchornea triplinervia* e *Tetrorchidium rubrivenium* foram informados como pioneiras, mas segundo Citadini-Zanette et al. (2009) se tratam de espécies secundárias iniciais. Ainda, *Ocotea puberula* foi informada como secundária inicial, porém segundo Citadini-Zanette et al. (2009) pertence ao grupo das clímax. Já *Psychotria suterella*, *Syagrus romanzoffiana* e *Virola bicuhyba* foram informadas como clímax, mas de acordo com Citadini-Zanette et al. (2009), pertence ao grupo das secundárias tardias.

A indicação de algumas espécies nos PRAD, como por exemplo, *Cedrela fissilis* e *Mimosa bimucronata* podem comprometer o processo sucessional, isto porque *C. fissilis*, segundo Kageyama et al. (1998) possui baixa densidade de indivíduos no

ambiente natural e requerem áreas muito extensas para a manutenção de sua população natural, podendo ocorrer o ataque de pragas quando plantada em alta densidade; e *M. bimucronata* possui efeito alelopático podendo inibir a germinação ou o crescimento de outras plantas (JACOBI; FERREIRA, 1991).

*Stylosanthes capitata*, *S. macrocephala* e *Aegiphila verticillata* são espécies características do bioma cerrado, não tendo ocorrência na Mata Atlântica (SIQUEIRA-FILHO, 2012; ALMEIDA et al., 2015). Mesmo sendo espécies utilizadas para recuperação de áreas degradadas por mineração, como citados por Barros et al. (2005) e Silva e Corrêa (2008), não é indicado a utilização de espécies de biomas distintos. Segundo Brancalion et al. (2009), Barbosa et al. (2012) e Martins (2013) não é possível iniciar o processo de restauração florestal em área degradada sem antes considerar se as espécies a serem plantadas são de ocorrência regional.

Com relação às 15 espécies herbáceas indicadas nos PRAD para os procedimentos de restauração ambiental, oito são exóticas, sendo que destas, quatro possuem restrições de uso por serem exóticas invasoras, sendo enquadradas na Resolução Consema nº 08/2012 (CONSEMA, 2012), que dispõe a lista oficial de espécies exóticas invasoras no Estado de Santa Catarina e estabelece duas categorias: Categoria 1, espécies que não têm permitida o cultivo sob qualquer forma e Categoria 2, espécies cujo manejo ou cultivo são permitidos sob condições controladas. Dessas quatro espécies exóticas indicadas nos PRAD, três espécies (*Urochloa decumbens*, *U. humidicola*, *U. ruziziensis*) pertencem à categoria 2, e uma espécie (*Melinis minutiflora*) se enquadra na categoria 1. Estas espécies não são indicadas para recuperação de área degradada, pois causam prejuízos econômicos e principalmente ecológicos. Segundo Sartorelli et al. (2018) saber identificar essas espécies é de fundamental importância para o correto manejo da restauração ambiental.

A alelopátia é outro atributo a ser considerado para as espécies herbáceas, visto que interfere no estabelecimento das demais espécies. *Urochloa decumbens*, *U. humidicola* e *U. ruziziensis* apresentam características alelopáticas (SOUZA-FILHO et al., 1997; REZENDE et al., 2003; SILVA, 2007; BARBOSA, et al., 2008). Além disto, *Centella asiatica*, *Lolium* sp., *M. minutiflora*, *Paspalum dilatatum* e *U. decumbens* são consideradas espécies daninhas, com potencial de invasão, agressividade e dominância em ambientes que são introduzidas (LORENZI, 2008). Nesse contexto, estas espécies não deveriam ser indicadas em PRAD, assim como foi feito nos processos analisados.

Dentre as três espécies de trepadeiras, *Mucuna pruriens* não é aconselhada para plantio em áreas degradadas por ser uma trepadeira agressiva (MAY; TROVATTO, 2008, SARTORELLI et al., 2018). Além desta espécie, outras como *Urochloa brizantha*, *U. decumbens*, *U. ruziziensis* e *Melinis minutiflora* são citadas por Sartorelli et al. (2018) por possuírem alto potencial de invasão, descritas no livro “Guia de Plantas não desejáveis na Restauração Florestal”.

Nenhum dos PRAD analisados apresentou a quantidade de sementes e de mudas das espécies que seriam utilizadas para a recuperação ambiental. É importante quantificar as espécies que serão utilizadas para avaliar a eficiência do método utilizado. A quantidade de sementes e de mudas também reflete nos custos que a restauração ambiental terá, tornando-a viável ou não. Outra questão não informada foi a procedência das sementes e mudas (BUSATO et al., 2012).

Com relação aos usos futuros indicados nos PRAD, ficou evidente que na maioria dos usos futuros indicados houve a proposição da utilização da área para fins econômicos. Somente aqueles com a possibilidade de transformar a área em Reserva Legal é que são voltados para a conservação. Nesse sentido, Preiskornet al. (2009) apontam a necessidade de 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 os fragmentos florestais e, portanto, mantendo a biodiversidade local.

Por fim, cabe salientar que a análise dos PRAD permitiu verificar que em alguns processos os trabalhos foram idênticos, mesmo que algumas se tratassem de áreas de várzeas e outras de áreas de encosta. A semelhança nos processos foi nítida, principalmente pela utilização do mesmo quadro de espécies vegetais indicadas e de metodologias empregadas. Fica evidente a defasagem comportamental no que diz respeito à recuperação de áreas degradadas pela mineração de argila na área foco do presente estudo, além da falta de ética do profissional por não ter tido os cuidados necessários respeitando as especificidades de cada área e cada processo e não realizando um simples “copia e cola”.

Há uma grande carência na elaboração dos PRAD, pois estes devem possuir consistência de conteúdos e coerência com o objetivo da recuperação. Se faz necessário inclusive, um melhor aprofundamento no conhecimento das espécies a serem indicadas

nas técnicas propostas pelos profissionais que elaboram esses projetos, tomando o devido cuidado com a indicação de espécies exóticas. Além disto, há a necessidade de evidenciar os usos futuros das áreas, visto que a sociedade espera uma alternativa adequada para essas áreas pós-mineradas, e o uso futuro desses locais pode ser uma forma de tentar amenizar ou reverter o problema ocasionado pela degradação ambiental.

## AGRADECIMENTOS

À FAPESC, pela bolsa de Mestrado concedida ao primeiro autor. Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, ao Instituto do Meio Ambiente (IMA) e ao Herbário Padre Dr. Raulino Reitz (CRI) pela infraestrutura e informações fornecidas para o desenvolvimento do trabalho.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, D. S. **Recuperação ambiental da Mata Atlântica**. 3. ed. Ilhéus: Editus, 2016.
- ALMEIDA, L. M. S.; MORAIS, L. E.; RESENDE, C. F.; BRAGA, V. F.; PEREIRA, P. F.; SILVA, R. A. C.; PEIXOTO, P. H. P. Micropropagation and acclimatization of *Aegiphila verticillata* Vell.: an endangered woody species. **Revista Árvore**, v. 39, n. 2, p. 305-314, 2015.
- BACK, A. J. Solos. In: MILIOLI, G.; SANTOS, R.; CITADINIZANETTE, V. (Coord.). **Mineração de Carvão, Meio ambiente e Desenvolvimento sustentável no sul de Santa Catarina: uma abordagem interdisciplinar**. Curitiba: Juruá, 2009. p. 35-40.
- BARBOSA, G.; PIVELLO, V. R.; MEIRELLES, S. T. Allelopathic evidence in *Brachiaria decumbens* and its potential to invade the Brazilian Cerrados. **Brazilian Archives Biology Technology**, v. 51, n. 4, p. 825-831, 2008.
- BARBOSA, L. M.; BARBOSA, T. C.; BARBOSA, K. C.; PARAJARA, F. C. Práticas e políticas públicas para a restauração ecológica a partir de reflorestamentos com alta diversidade de espécies regionais. In: MARTINS, S. V. (Ed.). **Restauração ecológica de ecossistemas degradados**. Viçosa: UFV, 2012. p. 240-261.
- BARROS, A. M.; FALEIRO, F. G.; KARIA, C. T.; SHIRATSUCHI, L. S.; ANDRADE, R. P.; LOPES, G. K. B. Variabilidade genética e ecológica de *Stylosanthes macrocephala* determinadas por RAPD e SIG. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 9, p. 899-909, 2005.
- 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.
- BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R. 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. S.; RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. **Restauração florestal**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.
- BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de vegetação rodoviária**. Rio de Janeiro: DNIT, 2009.
- 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](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm)>. Acesso em: 15 set. 2018.
- BUSATO, L. C.; COUTINHO JUNIOR, R.; VIEIRA, J.; ESPERANÇA, A. A. F.; MARTINS, S. V. Aspectos ecológicos na produção de sementes e mudas para a restauração. In: MARTINS, S. V. (Ed.). **Restauração ecológica de ecossistemas degradados**. Viçosa: UFV, 2012. p. 101-168.
- CITADINI-ZANETTE, V.; SANTOS, R.; KLEIN, A. S.; MARTINS, R.; BRUM-FIGUEIRÓ, A. C. 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.
- CONSEMA. Conselho Estadual do Meio Ambiente. **Resolução CONSEMA Nº 08, de 14 de setembro de 2012**.
- CONSTANTINO, A. O.; ROSA, S. E. S.; CORREA, A. R. **Panorama do setor de revestimentos cerâmicos**. 2006. Disponível em: <[http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes\\_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/relato/rs\\_rev\\_ceramicos.pdf](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/relato/rs_rev_ceramicos.pdf)> 2006. Acesso em: 15 set. 2018.
- DNPM. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Balanco Mineral Brasileiro**. 2001. Disponível em: <<http://www.anm.gov.br/dnpm/paginas/balanco-mineral/balanco-mineral-brasileiro-2001>>. Acesso em: 15 set. 2018.
- ENGEL, V.L.; PARROTA, J.A. Definindo a Restauração Ecológica: tendências e perspectivas mundiais. In: KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D.; ENGEL, V. L.; GANDARA, F. B. **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEPAF, 2003. p.3-26.
- FLORA DO BRASIL 2020 EM CONSTRUÇÃO**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 11 out. 2018.
- FONTANELLA, M. B. **A indústria cerâmica e a construção do espaço urbano de Cocal do Sul**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.
- HOLL, K.D. ZAHAWI, R.A.; COLE, R.J.; OSTERTAG, R.; CORDELL, S. Planting seedlings in tree island versus plantations as a large-scale tropical forest restoration strategy. **Restoration Ecology**, v. 19, p. 470-479, 2011.
- IBAMA. **Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração: técnicas de revegetação**. Brasília: IBAMA, 1990.
- JACOBI, U. S.; FERREIRA, A. G. Efeitos alelopáticos de *Mimosa bimucronata* (DC) Kuntze sobre espécies cultivadas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 26, n.7, p.935-943, 1991.
- KAGEYAMA, P. Y.; GANDARA, F. B.; SOUZA, L. M. I. 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**, v. 59, n. 4, p. 397-402, 2006.
- LORENZI, H. **Plantas Daninhas do Brasil**: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 4.ed., 2008.
- MACEDO, A. C. **Revegetação: matas ciliares e de proteção ambiental**. São Paulo: Fundação Florestal, 1993.
- MACEDO, R. L. G.; VALE, R. S.; FRANCISCO, F. A.; GOMES, J. E. Hidrossemeadura para a recuperação de áreas tropicais degradadas. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, v. 1, n. 1, p. 1-7, 2003.
- MARTINS, S. V. **Recuperação de áreas degradadas**: ações de preservação permanente, voçorocas, taludes rodoviários e de mineração. Viçosa: Aprenda fácil, 3.ed., 2013.
- MAY, P. H.; TROVATTO, C. M. M. (Coord.). **Manual agroflorestal para Mata atlântica**. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário, 2008.
- MCDONALD, T; GANN G.D; JONSON J; DIXON K.W. **International standards for the practice of ecological restoration – including principles and key concepts**. Washington: Society for Ecological Restoration, 2016.
- MECHI, A.; SANCHES, D.L. Impactos ambientais da mineração no Estado de São Paulo. **Estudos Avançados**, v. 24, n. 68, p. 209-220, 2010.
- MORAES, L. F. D.; ASSUPÇÃO, J. M.; LUCHIARI, C.; PEREIRA, T. S. 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.
- PARROTA, J. A.; TURNBULL, J. W.; JONES, N. Catalyzing native Forest regeneration on degraded tropical lands. **Forest Ecology and Management**, v. 99, p. 1-7, 1997.
- PREISKORN, G. M.; PIMENTA, D.; AMAZONAS, N. T.; NAVE, A. G.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R.; BELLOTTO, A.; CUNHA, M. C. S. 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. 158-175.
- REIS, A.; BECHARA, F. C.; TRES, D. R.; TRENTIN, R. E. Nucleação: concepção biocêntrica para a restauração ecológica. **Ciência Florestal**, v. 24, n. 2, p. 509-518, 2014.
- 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.; PINTO, J. C.; EVANGELISTA, A. R.; SANTOS, I. P. A. Alelopatia e suas interações na formação e manejo de pastagens. **Boletim Agropecuário**, n. 54, p. 1-55, 2003.
- REZENDE, V. L. A mineração em Minas Gerais: uma análise de sua expansão e os impactos ambientais e sociais causados por décadas de exploração. **Sociedade e Natureza**, v. 28, n. 3, p. 375-384, 2016.
- ROCHA-NICOLEITE, E.; CAMPOS, M. L.; CITADINI-ZANETTE, V.; SANTOS, R.; MARTINS, R.; SOARES, C. R. F. S. **Mata Ciliar**: implicações técnicas sobre a restauração após mineração de carvão. Criciúma: SATC, 2013.
- SÁNCHEZ, L. E. Planejamento e gestão do processo de recuperação de áreas degradadas. In: ALBA, J. M. F. (Ed.). **Recuperação de áreas mineradas**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2.ed., 2010. p. 103-121.
- SANTOS, M. C.; VALCARCEL, R. **Uso de cinturão vegetal como estratégia de**

**obstrução visual de áreas degradadas.** Anais III Simpósio Nacional de Recuperação de áreas degradadas - SINRAD, Ouro Preto, 18 a 24 maio 1997.

SARTORELLI, P. A. R.; BENEDITO, A. L. D.; CAMPOS FILHO, E. M.; SAMPAIO, A. B.; GOUVEA, A. P. M. L. **Guia de plantas não desejáveis na restauração florestal.** São Paulo: Agroicone, 2018.

SER - Society for Ecological Restoration. **Padrões internacionais para a prática da Restauração Ecológica:** incluindo princípios e conceitos chaves. Washington: SER, 2016.

SILVA, L. C. R.; CORRÊA, R. S. Sobrevivência e crescimento de seis espécies arbóreas submetidas a quatro tratamentos em área minerada no cerrado. **Revista Árvore**, v. 32, n. 4, p. 731-740, 2008.

SILVA, W. A. **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 (*Zeamays* L.) e feijão guandu (*Cajanuscajan* L.).** Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2007.

SIQUEIRA-FILHO, J. A. (Org.). **A flora das caatingas do Rio São Francisco:** história natural e conservação. Rio de Janeiro: Andrea Jakobson, 2012.

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.

TRENTIN, B. E.; ESTEVAN, D. A.; ROSSETTO, E. F. S.; GORENSTEIN, M. R.; BRIZOLA, G. P.; BECHARA, F. C. Restauração florestal na mata atlântica: passiva, nucleação e plantio de alta diversidade. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 1, p. 160-174, 2018.