

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
“Júlio de Mesquita Filho”  
Instituto de Geociências e Ciências Exatas  
Câmpus de Rio Claro

CÁSSIA MARIA GAMA LEMOS

RECUPERAÇÃO DE ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE  
ATRAVÉS DA NUCLEAÇÃO COMO SUBSÍDIO À ADEQUAÇÃO  
LEGAL DA ATIVIDADE DE EXTRAÇÃO DE ARGILA EM  
PEQUENA PROPRIEDADE

Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Geociências e Meio Ambiente.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Gilda Carneiro Ferreira

Rio Claro - SP

2015

628.092 Lemos, Cássia Maria Gama  
L557r        Recuperação de área de preservação permanente através  
da nucleação como subsídio à adequação legal da atividade de  
extração de argila em pequena propriedade / Cássia Maria  
Gama Lemos. - Rio Claro, 2015  
56 f. : il., figs., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,  
Instituto de Geociências e Ciências Exatas  
Orientador: Gilda Carneiro Ferreira

1. Engenharia ambiental. 2. Mineração. 3. Olaria. 4.  
Nascente degradada. 5. Licença ambiental. 6. Conservação. I.  
Título.

CÁSSIA MARIA GAMA LEMOS

RECUPERAÇÃO DE ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE ATRAVÉS  
DA NUCLEAÇÃO COMO SUBSÍDIO À ADEQUAÇÃO LEGAL DA ATIVIDADE  
DE EXTRAÇÃO DE ARGILA EM PEQUENA PROPRIEDADE

Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Geociências e Meio Ambiente.

Comissão Examinadora:

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Gilda Carneiro Ferreira  
Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Aurora Mariana Garcia de França Souza  
Prof. Dr. Olavo Raymundo Junior

Rio Claro - SP, 14 de agosto de 2015

*A todos que possam usar este trabalho em  
prol da conservação da natureza.*

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação para o Desenvolvimento da UNESP (Fundunesp) pelo apoio financeiro.

À Universidade Estadual Paulista (UNESP), através do Instituto de Geociências e Ciências Exatas (IGCE) - Campus de Rio Claro, e do Departamento de Geologia Aplicada (DGA), pelo apoio institucional.

À Professora Doutora Gilda Carneiro Ferreira pela orientação, pela disponibilidade em sempre corrigir meus textos e fazer sugestões, pelos conhecimentos passados, além de ser sempre solícita aos meus pedidos de ajuda, nunca me deixando desamparada.

Aos Professores Doutores José Eduardo Zaine e Paulina Setti Riedel pelas conversas no início deste trabalho e pelo exemplo de profissionalismo.

Aos Professores Doutores Maria Margarita Torres Moreno, Aurora Mariana Garcia de França Souza e Olavo Raymundo Júnior por suas observações e correções realizadas durante a qualificação e a apresentação final, estas ajudaram na melhor organização das ideias, o que resultou em um texto mais claro.

Ao Doutorando Flávio Henrique Rodrigues por todo apoio, incentivo e segurança proporcionados nesses dois últimos anos. Nossas conversas foram de suma importância à elaboração deste trabalho. Obrigada por me ensinar alguns dos seus conhecimentos técnicos.

Ao Doutorando Rafael Carvalho Alves de Mello pela presença sempre participativa em todas as etapas deste trabalho. Não há palavras para expressar, o quanto sou grata pela sua constante disponibilidade em ajudar.

Ao Doutorando Leonardo Biral pela ajuda e pelas conversas durante e após o trabalho de campo. Sua ajuda foi de fundamental importância para a etapa de caracterização da cobertura vegetal dos fragmentos florestais.

Às Doutorandas Claudia Vanessa do Santos Corrêa e Ana Maria Carrascosa do Amaral pelas infinitas ajudas em geoprocessamento.

Ao produtor rural Armando Satori e colaboradores por ter cedido a área de estudo e pelo apoio durante a etapa de isolamento da área e implantação da nucleação.

Aos secretários Rosangela Vacello, Márcia do Amaral e André Luiz Lomba sempre dispostos a prestar informações.

*“Dizei, dentro de vós, a princípio: - que fiz eu pela minha instrução?  
Depois, à medida que fordes progredindo: - que eu fiz pela Pátria?  
Quem sabe se não tereis, algum, dia, a ventura de pensar que, de algum modo,  
contribuístes para o bem da humanidade?  
Pode a vida oferecer-nos, mais ou menos, tais oportunidades. Mas é necessário  
quando se chega ao fim, ter o direito de dizer: - FIZ O QUE PUDE.”  
(Louis Pasteur)*

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi analisar a viabilidade de recuperação de uma de Área de Preservação Permanente (APP) degradada utilizando a nucleação. A área estudada localiza-se em uma propriedade rural que está passando pelo processo de licenciamento ambiental junto à Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. A proposta de recuperação da área degradada em estudo considerou etapas de caracterização da área, de monitoramento da regeneração natural, de implantação da técnica de transposição de solo e serrapilheira e de monitoramento desta técnica. Durante a caracterização, foram analisados os pré-requisitos para a implantação das técnicas de nucleação. Depois de confirmada a viabilidade da implantação das técnicas de nucleação, foi escolhida entre as técnicas de nucleação, a técnica de transposição de solo e serrapilheira para ser implantada e monitorada. O monitoramento ocorreu por cinco meses, após este período, foi possível observar a regeneração natural ocorrendo na área de preservação da nascente em estudo, além de indicativos de intensa atividade biológica na parcela transplantada. Comprovada a viabilidade da técnica de nucleação, acredita-se que o projeto de recuperação da APP em estudo poderia ser elaborado com base na nucleação. Esta afirmação é baseada na presença de fragmentos florestais remanescentes dentro da APP em recuperação e em suas proximidades, nas poucas evidências de processos erosivos e no desenvolvimento de mudas dentro da APP após o isolamento da mesma.

Palavras-chave: Mineração. Olaria. Nascente degradada. Licença ambiental. Conservação.

## ABSTRACT

This study aimed to analyze the viability of rehabilitation of degraded Permanent Preservation Area (APP) using the nucleation. The study area is located in a rural property that needs the environmental license granted by the Environmental Company of State of São Paulo. In this paper, the proposed of rehabilitation of degraded area considered steps of characterization of the area, natural regeneration monitoring, implementation of the technique chosen and monitoring of this technique. During characterization, the prerequisites for the implementation of nucleation techniques were analyzed. After confirmed the viability of the implementation of nucleation techniques, was chosen soil transposition technique to be implemented and monitored. The monitoring occurred by five months, after this period, the natural regeneration was observed occurring in the preservation area of the nascent study, and indicative of intense biological activity in the transplanted nucleus. Proven the viability of nucleation technique, it is believed that the project of the recovery of the APP could be developed based on nucleating, because this APP has presence of forest fragment remaining inside the area, little evidence of erosion and development of seedlings in APP after isolation.

Keywords: Mining. Pottery. Degraded water spring. Environmental license. Conservation.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da APP em recuperação.....	13
Figura 2 - Caracterização ambiental da propriedade rural .....	15
Figura 3 - Dimensões da parcela que recebeu o material de empréstimo (a) profundidade da parcela (b) área da parcela .....	19
Figura 4 - Transposição de solo na Parcela 1 (a) Parcela 1 parcialmente preenchida com solo transposto (b) Parcela 1 preenchida totalmente com solo transposto.....	20
Figura 5 - Transposição de serrapilheira na Parcela 1 (a) Parcela 1 parcialmente coberta com serrapilheira transposta (b) Parcela 1 totalmente coberta com serrapilheira transposta.....	20
Figura 6 – Parcela 2 (a) Área da Parcela 2 (b) localização das Parcelas 1 e 2 .....	21
Figura 7 - Divisão Geomorfológica do Estado de São Paulo .....	22
Figura 8 - Argilitos alterados da Formação Corumbataí .....	23
Figura 9 - Visão panorâmica próximo à área de estudo .....	24
Figura 10 - Variantes do conceito recuperação .....	30
Figura 11 - Esquema de recuperação baseada nas técnicas de nucleação.....	33
Figura 12 - Transposição de solo.....	33
Figura 13 - Coleta das sementes.....	34
Figura 14 - Aglomeramento de restos de vegetais .....	35
Figura 15 - Poleiros artificiais interligados com cabo .....	35
Figura 16 - Localização da APP em recuperação.....	38
Figura 17 - Processos erosivos na área de estudo (a) (b) sulcos formados devido ao pisoteio do gado (c) (d) sulcos formados pela erosão hídrica intensificada pelo pisoteio do gado .....	39
Figura 18 - APP logo após isolada .....	40
Figura 19 - APP após cinco meses de monitoramento .....	41
Figura 20 - Mudanças oriundas da regeneração natural.....	41
Figura 21 - Localização dos fragmentos florestais próximos à área de estudo .....	43
Figura 22 – Solo e serrapilheira retirados da área de empréstimo.....	45
Figura 23 – Espessura de serrapilheira no mês de Dezembro de 2014 .....	46
Figura 24 - Identificação de semente e formigueiro em Fevereiro de 2015.....	46
Figura 25 - Visualização de desenvolvimento de muda na parcela transplantada em Março de 2015 .....	46
Figura 26 - Parcela 2 (a) Dezembro de 2014 (b) Fevereiro de 2015 (c) Maio de 2015 .....	47

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Parâmetros da área a serem estudados na etapa de caracterização.....	17
Tabela 2 - Diferenças entre modelo tradicional e modelo contemporâneo .....	29
Tabela 3 - Espécies do Fragmento 1 que as classificam como remanescente de Floresta Estacional Semidecidual.....	37
Tabela 4 - Área dos fragmentos florestais de mata ciliar .....	42
Tabela 5 - Lista de espécies do Fragmento 5 .....	44

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
1.1. Objetivo .....	16
2. METODOLOGIA E ETAPAS DE TRABALHO .....	17
2.1. Primeira etapa: revisão bibliográfica.....	17
2.2. Segunda etapa: caracterização ambiental da APP em estudo.....	17
2.3. Terceira etapa: monitoramento da regeneração natural da APP em estudo .....	18
2.4. Quarta etapa: análise dos fragmentos florestais remanescentes próximos à APP em estudo.....	18
2.5. Quinta etapa: implantação da técnica de nucleação escolhida na APP em estudo..	19
2.6. Sexta etapa: monitoramento da técnica de nucleação na APP em estudo .....	20
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	22
3.1. Contextualização regional da área de estudo.....	22
3.2. Legislação mineral e ambiental aplicada ao tema .....	25
3.3. Recuperação de áreas degradadas.....	27
3.3.1. Técnicas de recuperação de áreas degradadas .....	30
3.3.1.1. Nucleação .....	32
3.3.2. Projeto de recuperação.....	36
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	37
4.1. Resultados.....	37
4.1.1. Caracterização ambiental da APP em estudo .....	37
4.1.2. Monitoramento da regeneração natural da APP em estudo.....	40
4.1.3. Análise dos fragmentos florestais remanescentes próximos à APP em estudo....	42
4.1.4. Implantação e monitoramento da técnica de nucleação escolhida na APP em estudo.....	45
4.1.4.1. Parcela transplantada (Parcela 1).....	45
4.1.4.2. Parcela de solo apenas revolvido (Parcela 2) .....	47
4.2. Discussão.....	48
5. CONCLUSÃO.....	50
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	52

## 1. INTRODUÇÃO

Há várias décadas, Corumbataí e região, devido ao seu grande potencial de extração de argila, apresenta grande número de olarias, sendo que cerca de 50 delas são de pequeno porte (DAITX; FERREIRA, 2006).

Nestas pequenas olarias, até meados da década de 80 era comum a mineração manual em áreas de várzea. Atividade esta realizada despreocupadamente em relação à conservação das Áreas de Preservação Permanente (APPs), resultando no desaparecimento de boa parte da vegetação nativa destas áreas (FERREIRA et al., 2012).

A fim de que possam dar continuidade às atividades de extração de argila em suas propriedades, estes oleiros necessitam regularizar seus empreendimentos de extração mineral junto ao Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) e à Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), no tocante do seu licenciamento mineral/ambiental (DAITX; FERREIRA, 2006).

Entre as medidas corretivas que estes empreendimentos devem apresentar nos seus Planos de Controle Ambiental (PCA) para solicitarem a licença ambiental, está a recuperação das APPs, que sofreram intervenções antrópicas (CETESB, 2015). Ao consultar parte do PCA de um destes pequenos empreendimentos da região de Corumbataí, observou-se que entre as medidas corretivas presentes neste documento consta a recuperação de 1,73 hectares da APP de curso d'água da propriedade através do plantio de 2.884 mudas (CEREGATTO, 2007).

A opção pelo plantio de mudas para recuperar áreas degradadas sempre foi a mais utilizada nos projetos de recuperação. Contudo, existem outras formas de recuperação mais econômica, como por exemplo, as técnicas de nucleação. As técnicas de nucleação são definidas pela Resolução SMA nº 32, de 03 de abril de 2014 da Secretaria de Estado do Meio Ambiente de São Paulo, como umas das possibilidades de recuperação de áreas degradadas no estado (SÃO PAULO, 2014b).

Sendo as técnicas de nucleação legalmente aceita para recuperar áreas degradadas e estas técnicas serem menos onerosas. Torna-se interessante avaliar a viabilidade da recuperação das APPs utilizando técnicas de nucleação para que se possam dar continuidade às atividades de extração de argila na região de Corumbataí. Neste trabalho, a área escolhida para avaliação das técnicas de nucleação é uma APP de nascente, localizada no interior da bacia do Ribeirão Jacutinga, município de Corumbataí (SP) (Figura 1).

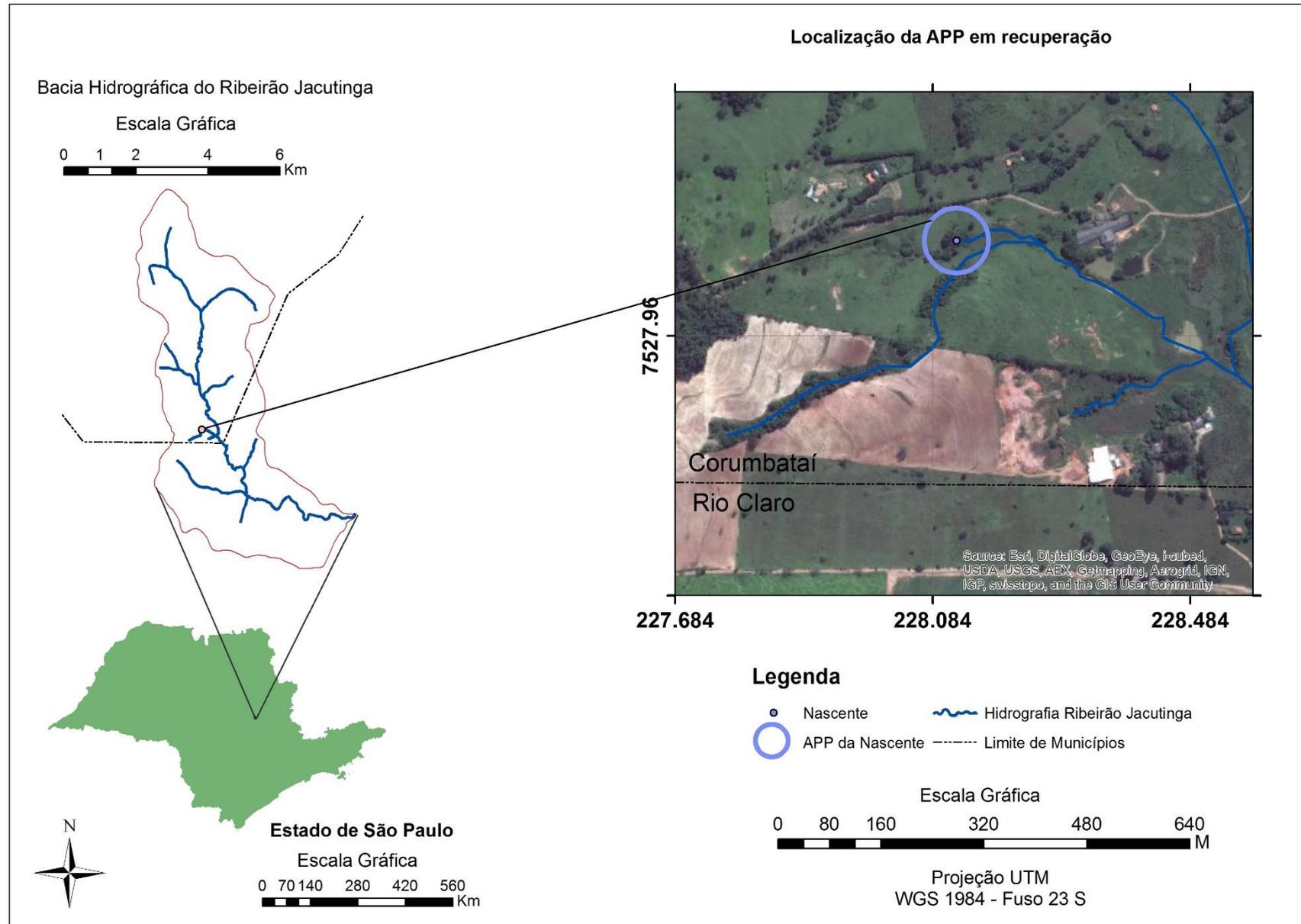


Figura 1 - Localização da APP em recuperação  
(Organizada pela autora)

A APP em estudo está inserida em uma propriedade rural que possui empreendimento de extração de argila em processo de licenciamento ambiental junto à CETESB. A área deste empreendimento corresponde a um polígono irregular medindo 26,62 ha (Figura 2), localizada no município de Corumbataí, no local denominado Sítio São Sebastião, Bairro Jacutinga (FERREIRA, 2007).

No início das atividades de extração da matéria-prima nesta propriedade, a argila era extraída nas proximidades da olaria, preferencialmente na várzea de rios. As técnicas utilizadas eram rudimentares, manuais e empíricas, baseadas no conhecimento do produtor mais experiente. Ao final da década de 80 e início de 90, ainda utilizando de técnicas rudimentares sem qualquer orientação técnica, a extração manual foi substituída pela extração utilizando equipamentos motorizados. A falta de apoio técnico na escolha do maquinário, na passagem da extração manual para a extração mecanizada, resultou na potencialização de impactos de longo prazo, relacionados ao afloramento do lençol freático, gerando lagos artificiais hídrico (SCALCO; LEMOS; FERREIRA, 2014). O uso inadequado do maquinário, na propriedade apresentada, resultou no surgimento de quatro lagos artificiais, que podem ser observados na Figura 2.

A exploração de jazidas próxima ao leito dos rios, também, gerou outros impactos de longo prazo, impactos estes relacionados ao assoreamento do Ribeirão Jacutinga e afluentes, uma vez que a desnudação do solo para a extração de argila e a não recuperação da área, ocasionou o carreamento de material inconsolidado para o leito do corpo hídrico (SCALCO; LEMOS; FERREIRA, 2014).

Hoje, a atividade de extração de argila na propriedade está paralisada por ordem da CETESB até que seja finalizado o atual processo de licenciamento ambiental. Assim que liberada a licença ambiental da atividade, esta será realizada segundo o plano de lavra, sendo o método de lavra a ser adotado será a céu aberto, em tiras (uma única bancada de 2,5 m de altura), com extensão prevista de até 100 metros, no qual a lavra irá desenvolver-se em direção paralela à maior dimensão do corpo. (FERREIRA, 2007).

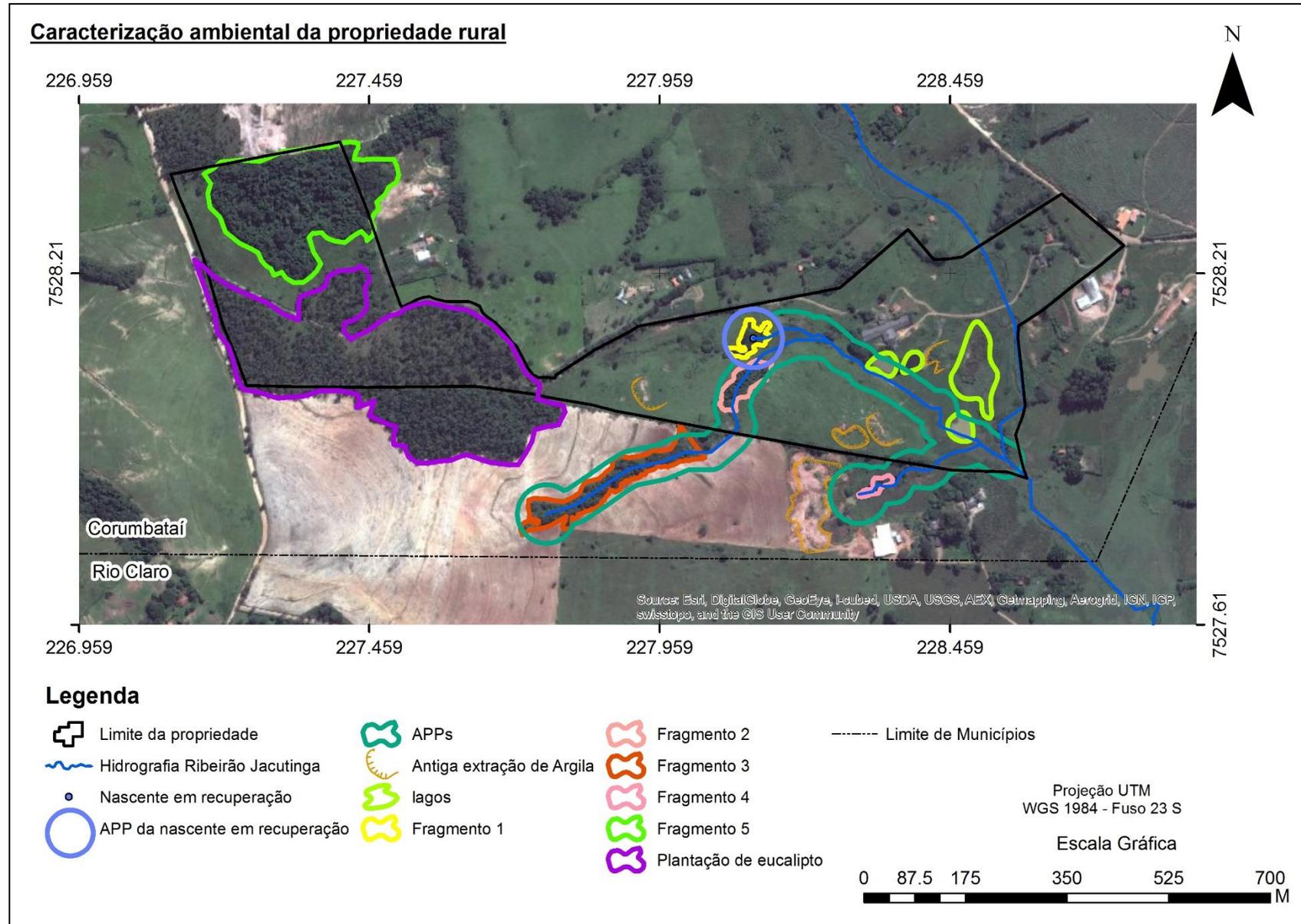


Figura 2 - Caracterização ambiental da propriedade rural  
(Organizada pela autora)

## **1.1. Objetivo**

Analisar a viabilidade de recuperação de uma Área de Preservação Permanente degradada utilizando técnicas de nucleação, como contribuição para a obtenção da licença ambiental de pequenas minerações de argila situadas na região de Corumbataí (SP).

## 2. METODOLOGIA E ETAPAS DE TRABALHO

### 2.1. Primeira etapa: revisão bibliográfica

Este trabalho iniciou com uma revisão bibliográfica cujos principais objetivos foram:

- Realizar a contextualização regional do meio físico da área de estudo;
- Buscar a legislação ambiental nacional e estadual relacionada aos temas licenciamento ambiental, conservação florestal e recuperação de áreas degradadas;
- Conhecer a evolução da temática recuperação de áreas degradadas;

### 2.2. Segunda etapa: caracterização ambiental da APP em estudo

A caracterização foi baseada no reconhecimento visual das características ambientais locais dos parâmetros indicados na Resolução SMA nº 32, de 03 de abril de 2014 (SÃO PAULO, 2014b) (Tabela 1).

Tabela 1 - Parâmetros da área a serem estudados na etapa de caracterização

Localização e extensão da área objeto de recuperação

Fatores de perturbação

Condições de conservação do solo e dinâmica hídrica

Declividade do terreno

Potencial da regeneração natural

Bioma e tipo de vegetação

Verificação de ocorrência de espécies exóticas

---

Fonte: Adaptado de São Paulo, 2014b

A caracterização iniciou com observação de imagens fornecidas pelo *Software Google Earth* (GOOGLE, 2014). O mesmo software foi utilizado em outro trabalho (RODRIGUES; ZAINE, 2013), onde foi verificada a viabilidade da utilização destas imagens em estudos de planejamento ambiental. A partir destas imagens foram coletadas as coordenadas geográficas da nascente e com o auxílio de GPS chegou-se a área. Com uma trena foi marcada a área da APP de nascente, com a extensão de raio de 50 m como exige a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012).

Após limitada a área, avaliou-se visualmente eventuais alterações, no relevo e na hidrografia, oriundas da extração de argila e de demais processos antrópicos em toda a APP. As atuais condições do solo quanto à presença de processos erosivos, também, foram

analisadas visualmente. Estas análises contribuíram para determinar o grau de degradação do ecossistema local.

A cobertura vegetal da Área de Preservação Permanente e a presença de regeneração natural, de banco de sementes, de plântulas e de plantas invasoras foram reconhecidas utilizando o método do caminhamento como proposto por Filgueiras et al. (1994).

A análise do estado de degradação da área de preservação foi realizada com base na Resolução CONAMA nº 01, de 31 de janeiro de 1994 (BRASIL, 1994). Para classificar as espécies vegetais encontradas utilizou-se Lorenzi (2008a, 2008b) e para classificar a qual bioma pertence a área de preservação utilizou-se o manual técnico da vegetação brasileira do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2012).

### **2.3. Terceira etapa: monitoramento da regeneração natural da APP em estudo**

No início de Dezembro de 2014, semanas antes da implantação da técnica nucleadora escolhida, a APP, em estudo, foi isolada dos agentes degradantes, com cerca de arame, permitindo apenas a passagem da fauna silvestre.

Durante os meses de monitoramento, foram realizadas observações visuais, no interior desta APP e em sua área de entorno, utilizando o método do caminhamento proposto por Filgueiras et al. (1994). Buscou-se com essas observações visuais, coletar dados relacionados ao processo de regeneração natural que está ocorrendo dentro e fora da APP.

O acompanhamento do processo de regeneração da área estudada, consistiu em visitas mensais ao local nos meses chuvosos e visitas quinzenais nos meses de seca.

### **2.4. Quarta etapa: análise dos fragmentos florestais remanescentes próximos à APP em estudo**

Para analisar a presença, tamanho e distância dos fragmentos próximos a APP em recuperação, utilizaram-se as imagens fornecidas pelo *Software Google Earth* (GOOGLE, 2014) e ferramentas do *software ArcGIS 10.2.1* (ESRI, 2013). As ferramentas utilizadas foram *Create New Shapefile*, *Edit New Shapefile* e *Field Calculator*.

A partir destas imagens, foram coletadas as coordenadas geográficas destes fragmentos e com o auxílio de GPS chegou-se à área.

A cobertura vegetal dos fragmentos, além da presença de regeneração natural, de banco de sementes, de plântulas e de plantas invasoras foram reconhecidas utilizando o método do caminhamento como proposto por Filgueiras et al. (1994).

A análise do estado de degradação dos fragmentos foi realizada com base na Resolução CONAMA nº 01, de 31 de janeiro de 1994 (BRASIL, 1994). Para classificar as espécies vegetais encontradas utilizou-se Lorenzi (2008a, 2008b) e para classificar a qual bioma que os fragmentos pertencem utilizou-se o manual técnico da vegetação brasileira do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2012).

## **2.5. Quinta etapa: implantação da técnica de nucleação escolhida na APP em estudo**

O período de implantação da técnica de nucleação foi ao final de Dezembro de 2014. O volume de material de empréstimo foi retirado do fragmento distante 800 m da área que está sendo recuperada e foi transportado com o auxílio de uma retroescavadeira.

O material foi retirado apenas da camada superficial e fértil do solo (de 0,05 m a 0,10 m de profundidade) em pontos diversificados. O material foi coletado seguindo as orientações de Martins (2007).

Os pontos de coleta foram aqueles que apresentaram características de possuir mais sementes dispersas no solo e na serrapilheira, visto que não foi possível identificar visualmente as sementes dispersas sobre a serrapilheira. Esta análise considerou a presença e diversidades de mudas em desenvolvimento e considerou também a diversidade das árvores maiores do local.

Para o experimento, foi transplantado apenas um núcleo de solo e de serrapilheira na APP em recuperação. O tamanho da parcela adotado neste trabalho foi de 0,50m de profundidade (Figura 3 – a) e área de 1m<sup>2</sup> (Figura 3 – b).



Figura 3 - Dimensões da parcela que recebeu o material de empréstimo  
(a) profundidade da parcela (b) área da parcela  
(Organizado pela autora)

O solo (Figura 4 – a e b) depositado nesta parcela (Parcela 1) resultou da homogeneização das porções de solo coletadas nos distintos pontos da área de empréstimo. Por cima do solo, foi depositada a serrapilheira (Figura 5 – a e b).

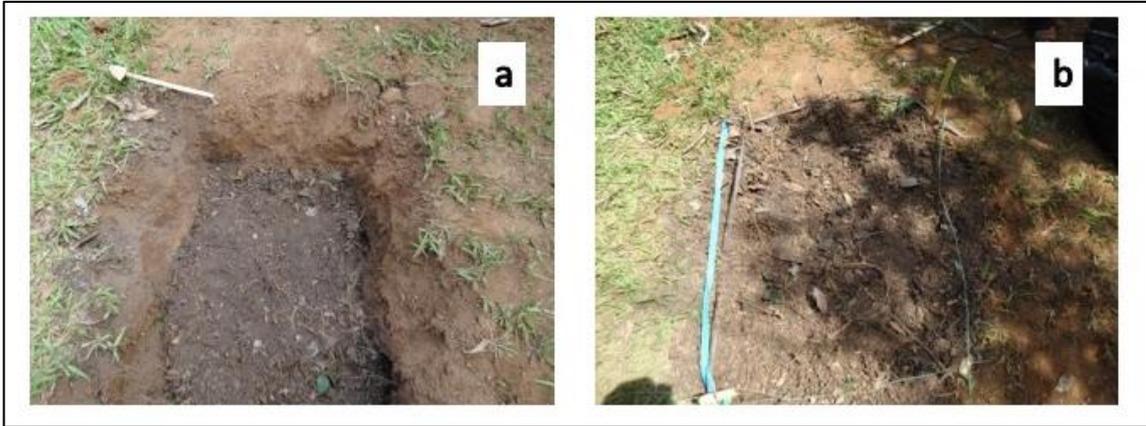


Figura 4 - Transposição de solo na Parcela 1 (a) Parcela 1 parcialmente preenchida com solo transposto (b) Parcela 1 preenchida totalmente com solo transposto (Organizado pela autora)



Figura 5 - Transposição de serrapilheira na Parcela 1 (a) Parcela 1 parcialmente coberta com serrapilheira transposta (b) Parcela 1 totalmente coberta com serrapilheira transposta (Organizado pela autora)

## 2.6. Sexta etapa: monitoramento da técnica de nucleação na APP em estudo

Dentro da APP em recuperação, também foi demarcada uma segunda parcela (Parcela 2) que teve apenas o solo revolvido (Figura 6 – a). Esta parcela apresenta o mesmo tamanho da Parcela 1, e está localizada próxima à Parcela 1 (Figura 6 – b).

Durante os meses de visita de campo, foram coletados dados de desenvolvimento da técnica de nucleação. Esses dados são embasados em observações visuais do desencadeamento dos processos sucessionais ocorridos nas Parcelas 1 e 2.

O acompanhamento dos processos sucessionais oriundos do uso da técnica de nucleação consistiu em visitas mensais as Parcelas nos meses chuvosos e visitas quinzenais nos meses de seca. Sendo que nos meses de seca, durante as visitas quinzenais, foi realizada a irrigação da parcela transplantada.

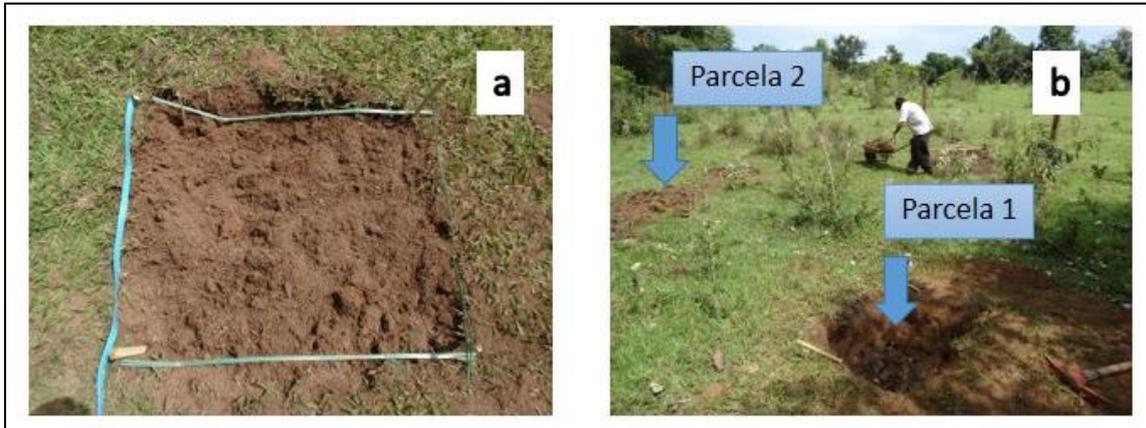


Figura 6–Parcela 2 (a) Área da Parcela 2 (b) localização das Parcelas 1 e 2  
(Organizado pela autora)

A demarcação da Parcela 2, consiste em poder comparar os diferentes processos sucessionais que ocorrem em área que recebe material de empréstimo através da técnica de nucleação com uma área que teve apenas o solo revolvido sem acréscimo de material de empréstimo. Todas as comparações eram feitas através de observações visuais.

### 3.REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1. Contextualização regional da área de estudo

A área de estudo deste trabalho é uma APP de nascente de um dos afluentes do Ribeirão Jacutinga, localizada no município de Corumbataí – SP. Esta APP está inserida em uma Área de Preservação Ambiental (SÃO PAULO, 1983), sendo as coordenadas do centro desta APP de 23K 7528,10m e 228,12m (Coordenadas UTM – Universal Transversa de Mercator).

O clima do local, de acordo com a classificação de Koppen, é definido como mesotérmico, com uma estação mais seca no inverno. É identificado como Cwa, com temperaturas médias anuais de 21°C, com máximas de 30°C e mínimas de 12°C (SCALCO; FERREIRA,2013).

A área de estudo está localizada na província geomorfológica denominada Depressão Periférica Paulista. A Depressão Periférica Paulista caracteriza-se como uma faixa deprimida entre o Planalto Atlântico e as Cuestas Basálticas, em um contexto de bacias hidrográficas, encontra-se na III Província Geomorfológica do estado de São Paulo, na zona do Médio Tietê (Figura 7) (ALMEIDA, 1964).

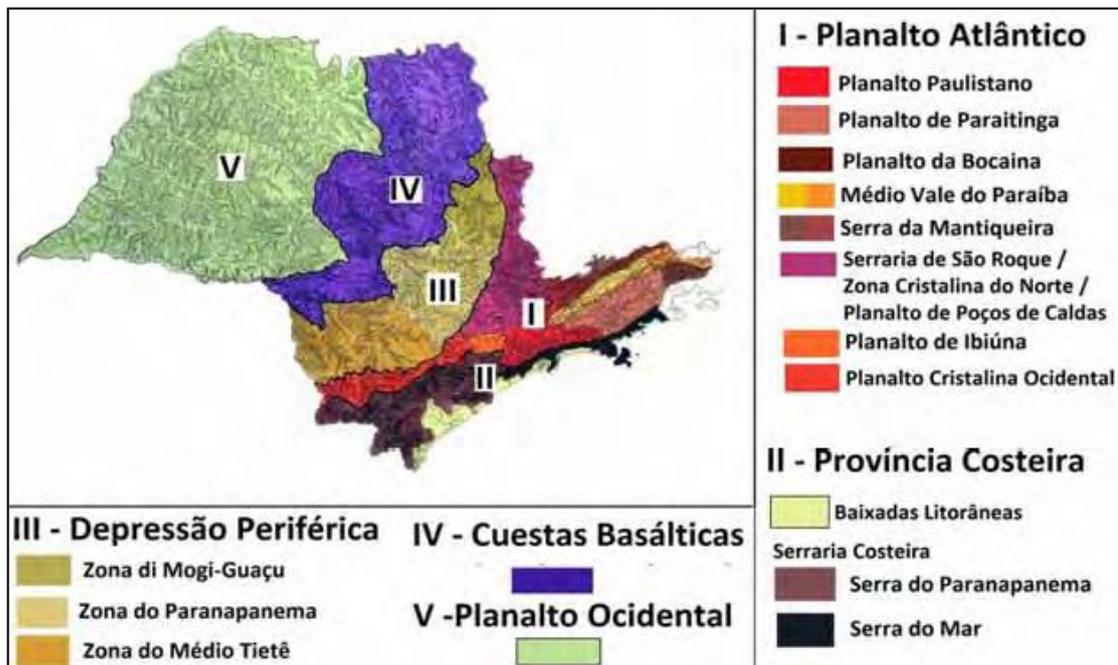


Figura 7 - Divisão Geomorfológica do Estado de São Paulo  
Fonte: Almeida, 1964

A Depressão Periférica Paulista é formada por rochas sedimentares paleozóicas e mesozóicas da Bacia do Paraná (SÃO PAULO, 2005). Os principais litotipos encontrados na área pesquisada são constituídos principalmente por argilitos-siltosos pertencentes à Formação Corumbataí (Paleozóico). As rochas da Formação Corumbataí (Figura 8) ocorrem em forma de camadas plano-paralelas de espessuras centimétricas. Estas rochas apresentam composição argilo-siltosa, cor vermelha e desagregabilidade em forma de pastilhas prismáticas (FERREIRA; GOMES; DE OLIVEIRA, 2014).



Figura 8 - Argilitos alterados da Formação Corumbataí

Fonte: Foto da autora (Data: 28/10/14; Coordenadas UTM 7528027 m S; 228099 m E)

Os argilitos-siltosos pertencentes à Formação Corumbataí, alterados em sua porção superficial, produzem solos residuais predominantemente argilosos, gerados por processos de alteração “*in situ*”, os quais possuem como característica baixa permeabilidade (FERREIRA, 2007). A baixa permeabilidade destes solos resulta em uma rede de drenagem com uma maior quantidade de talvegues com alta densidade de drenagem. A rede de drenagem do Ribeirão Jacutinga é classificada como dendrítica, sendo esta típica de regiões cobertas por rochas sedimentares horizontais, na qual todos os rios da bacia convergem para um ponto (SCALCO, 2012).

Penteadó (1980) definiu a região como uma área de topografia plana, medianamente acidentada, onde predominam colinas amplas e médias, separadas por vales onde não ocorrem

extensas planícies aluvias e as formas de relevo atuais são resultantes de combinações regionais de processos erosivos influenciados pelo clima. A Figura 9 apresenta uma visão panorâmica próxima a área de estudo.



Figura 9 - Visão panorâmica próxima à área de estudo  
Fonte: Foto da autora (Data: 28/10/14; Coordenadas UTM 7528745 m S; 227577 m E)

A Bacia do Ribeirão Jacutinga, assim como todo o interior do estado de São Paulo, apresenta grande fragmentação vegetal resultado de atividades antrópicas, gerando remanescentes florestais em diferentes condições ecológicas (SCALCO; FERREIRA, 2013). Os fragmentos florestais em melhor estado de preservação encontram-se próximos à rede hidrográfica e em terrenos mais declivosos (VALENTE, 2001), sendo estes protegidos pela Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012). Na Bacia do Ribeirão Jacutinga, as matas ciliares estão normalmente reduzidas a uma faixa estreita, cujo entorno é ocupado por lavouras ou pastagens. Mesmo sendo pequenos remanescentes florestais, estes cumprem funções relevantes ao longo da paisagem (VALENTE, 2001; SCALCO, 2012).

Além dos impactos ambientais atuais, a Bacia ainda sofre com as consequências dos impactos ambientais gerados no passado, impactos estes oriundos da exploração de argila utilizando técnicas incorretas, que desrespeitaram as características ambientais no que tange as potencialidades, limitações e fragilidades do manto intemperizado da Formação Corumbataí. A retirada da cobertura vegetal, no passado, aumentou os processos erosivos que resultam, hoje, no assoreamento de corpos hídricos, perda de solo, diminuição da capacidade de infiltração nas vertentes (SCALCO; FERREIRA, 2013).

### 3.2. Legislação mineral e ambiental aplicada ao tema

De acordo com a Constituição Federal de 1988, em seu artigo 176 “As jazidas, em lavra ou não, e demais recursos minerais... constituem propriedade distinta da do solo, para efeito de exploração ou aproveitamento, e pertencem à União, garantida ao concessionário a propriedade do produto da lavra. (...)” e em seu artigo 225 “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações” (BRASIL, 1988). Extraí-se do contexto legislativo supracitado que tanto a atividade de mineração quanto do meio ambiente merecem proteção constitucional por parte do legislador em razão de sua essencialidade à vida humana, não somente para as presentes gerações, mas também para as futuras gerações (FERREIRA, 2014).

Pelo 2º parágrafo do Artigo 225 da também Constituição Federal de 1988, “Aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com soluções técnicas exigidas pelo órgão público competente, na forma de lei” (BRASIL, 1988).

Considerando a obrigatoriedade da minimização dos impactos ambientais decorrentes da atividade minerária, entre outras necessidades, o Diretor Geral do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) editou a Portaria nº 237 de 18 de outubro de 2001. Esta Portaria institui as Normas Reguladoras de Mineração (NRM's), que buscam, entre outros objetivos, otimizar os meios e instrumentos para elaboração e análise de projetos com vista à outorga de títulos minerários, à fiscalização e outras atribuições institucionais do DNPM. Destacam-se no contexto deste trabalho, as NRMs nº 20 e nº 21, sendo que a NRM nº 20 disciplina os procedimentos administrativos e operacionais em caso de fechamento de mina e a NRM nº 21 disciplina a reabilitação de áreas pesquisadas, mineradas e impactadas. Ambas NRMs exigem documentação relacionada à recuperação das áreas degradadas pela atividade minerária (BRASIL, 2001).

Atividades modificadoras do meio ambiente resultantes das ações antrópicas, assim como a mineração, devem ser licenciadas conforme descrito na Resolução CONAMA nº 01, de 23 de janeiro de 1986 (BRASIL, 1986). E é através do sistema de licenciamento, um dos instrumentos de gestão ambiental, instituído pela Política Nacional do Meio Ambiente (BRASIL, 1981), que os órgãos ambientais encontraram uma maneira de exigir a recuperação das áreas degradadas. Uma vez que, para se obter a licença ambiental de um empreendimento

é necessário recuperar áreas já degradadas e/ou apresentar um plano de recuperação de áreas degradadas para as futuras atividades do empreendimento conforme descrito na Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997 (BRASIL, 1997).

Segundo Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997, caberá ao órgão ambiental competente definir os critérios de exigibilidade, o detalhamento e a complementação do processo de licenciamento. Para definir esses critérios leva-se em consideração as especificidades, os riscos ambientais, o porte e outras características do empreendimento ou atividade (BRASIL, 1997).

No estado de São Paulo cabe à Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), órgão ambiental licenciador e fiscalizador das questões ambientais, o licenciamento das atividades minerárias (SÃO PAULO, 2014a).

A legislação ambiental no estado de São Paulo foi atualizada com Decisão de Diretoria (DD) nº 025/2014/C/I, de 29 de janeiro de 2014, aprovada pela CETESB (SÃO PAULO, 2014a). Por esta DD, o nível de complexidade do processo de licenciamento do empreendimento, varia segundo o porte e tipo de classe. Além da Decisão de Diretoria nº 025/2014/C/I, de 29 de janeiro de 2014, a Decisão de Diretoria nº 011/2010/P, de 12 de janeiro de 2010 (SÃO PAULO, 2010), também simplifica o processo de licenciamento de micro empreendimentos minerários. A partir destas decisões, a documentação a ser apresentada para o licenciamento desses empreendimentos foi reduzida, de forma a adequá-la às características da atividade.

A CETESB exige o projeto de recuperação de APPs degradadas por processos antrópicos nos Planos de Controle Ambiental (PCA) (CETESB, 2015). Este plano é um dos documentos exigidos de empreendedores no processo de pedido de licença. Os limites territoriais para APPs de nascente e cursos d'água são apresentados na Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012).

Ao consultar a legislação ambiental e normas brasileiras, observa-se que o termo recuperação de áreas degradadas apresenta variantes. A seguir são apresentadas algumas definições para recuperação e suas variantes.

Recuperação: Restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada a uma condição não degradada, que pode ser diferente da sua condição original ou mais próximo possível de sua condição original (BRASIL, 2000).

Recuperação: Retorno de áreas degradadas a uma forma de utilização tecnicamente compatível em conformidade com os valores ambientais, culturais e sociais (IBAMA, 1990).

Recuperação: Conjunto de procedimentos através dos quais é feita a recomposição da área degradada para o estabelecimento da função original do ecossistema (ABNT, 1999).

Restauração: Conjunto de procedimentos através dos quais é feita a reposição das exatas condições ecológicas da área degradada pela mineração, de acordo com o planejamento estabelecido (ABNT, 1999).

Restauração ecológica: Intervenção humana intencional em ecossistemas degradados ou alterados para desencadear, facilitar ou acelerar o processo natural de sucessão ecológica (SÃO PAULO, 2014b).

Reabilitação: Conjunto de procedimentos através dos quais se propicia o retorno da função produtiva da área ou dos processos naturais, visando adequação ao uso futuro (ABNT, 1999).

Buscando reduzir os custos dos projetos de recuperação, a Secretária de Estado do Meio Ambiente de São Paulo, através da Resolução SMA nº 32, de 03 de abril de 2014, estimula a técnica de indução e/ou condução da regeneração natural para recuperação em APPs exigidos como condição para emissão de autorização e licenças ambientais emitidas pela CETESB (SÃO PAULO, 2014b). Esta resolução favorece a recuperação das áreas de pequenos produtores rurais, uma vez que os recursos financeiros destes é um dos fatores restritivos. A Resolução SMA nº 32, de 03 de abril de 2014, cita diferentes métodos de restauração ecológica, entre eles as técnicas de nucleação (SÃO PAULO, 2014b).

A citada Resolução ainda define parâmetros que embasam a escolha do método e das ações mais apropriadas à restauração ecológica de cada área. Estes parâmetros são definidos durante a etapa de caracterização da área a ser recuperada antes da etapa de elaboração da proposta do projeto de recuperação.

A conclusão do projeto de recuperação será atestada pela CETESB pela validação do Projeto de Recuperação de Área Degradada (SÃO PAULO, 2014b).

### **3.3. Recuperação de áreas degradadas**

Nas últimas décadas, no Brasil, percebeu-se que a recuperação de áreas de preservação permanente antropicamente alteradas tornara-se necessária para a manutenção do desenvolvimento sustentável. A recuperação de áreas degradadas ameniza os impactos negativos da degradação ambiental na qualidade de vida da população e meio ambiente (REIS et al. 2003; BECHARA et al., 2007; MARTINS, 2007).

Facilmente se constata que os Planos de Recuperação de Áreas Degradadas apresentam uma abordagem superficial e incompleta das variáveis avaliadas, além de não considerar características reais e específicas da área que se busca recuperar. A falta de uma

correta caracterização da área pode resultar em escolhas de medidas de recuperação insatisfatórias (LIMA; FLORES; COSTA, 2006).

No decorrer dos últimos anos, estudos têm sido desenvolvidos de forma a suprir o desconhecimento técnico e reduzir os custos de projetos de recuperação a fim de garantir a recuperação das áreas degradadas. A aplicação prática do conhecimento técnico-científico adquiridos resultam na minimização de erros e conseqüente aumento na probabilidade de sucesso dos projetos de recuperação de áreas degradadas (MARTINS, 2007, 2013, 2014).

No início das práticas de recuperação de áreas degradadas desenvolveu-se modelos extremamente produtivista, com aspectos predominantemente quantitativos, objetivando a produção da biomassa vegetal, por meio da incorporação apenas de espécies da fase arbórea, pulando as demais fases iniciais da sucessão. Estes tipos de modelos de recuperação consideravam os sistemas fechados e poucos sujeitos a perturbações, além de considerar a sucessão direcional e previsível, culminando num clímax único. Estudos mostraram que estes modelos tradicionais não estão garantindo a recuperação da diversidade e funcionalidade das áreas (BECHARA et al, 2007; TRES; REIS, 2009; MARTINS, 2014).

Hoje, os modelos tradicionais de recuperação, ou seja, o reflorestamento florestal heterogêneo com definição prévia de número de espécies e espaçamento abre espaço aos modelos contemporâneas, modelos estes baseados na sucessão ecológica. Os modelos contemporâneos buscam avaliar os distúrbios do ecossistema e os meios pelos quais os ecossistemas florestais ganham força, permitindo assim um melhor planejamento de medidas de melhoria do meio físico e medidas de manejo dos elementos bióticos e abióticos do ecossistema. Sendo assim, os ecossistemas passam a ser entendidos como sistemas abertos sujeitos a variados tipos de distúrbios. Distúrbios estes que são influenciados por fatores ambientais, históricos e antrópicos, podendo seguir variados caminhos, sem em muitas situações, um processo pouco previsível. O tipo e a intensidade do distúrbio que o ecossistema sofreu influenciam diretamente na escolha da técnica de recuperação, que pode ocorrer naturalmente, ou necessitar de intervenção antrópica (BECHARA et al, 2007; TRES; REIS, 2009; MARTINS, 2014).

O modelo contemporâneo avançou para uma visão de conservação, primando por valorizar a diversidade vegetal. Em alguns casos, técnicas contemporâneas apenas não são suficientes, neste caso é aconselhável integrar as técnicas contemporâneas como as técnicas tradicionais que busquem adensar e enriquecer a área a ser recuperada (BECHARA et al, 2007; TRES; REIS, 2009; MARTINS, 2014).

Resumidamente, as diferenças entre o modelo tradicional de recuperação e o modelo contemporâneo de restauração são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Diferenças entre modelo tradicional e modelo contemporâneo

	<b>Método Tradicional</b>	<b>Método Contemporâneo</b>
Filosofia	Antropocêntrica (O homem faz melhor que a natureza)	Biocêntrica (Propulsionar a sucessão natural)
Visão	Dendrológica (Espécies Arbóreas)	Ecológica (Todas as formas de vida)
Objetivo	Altura, área basal (Biomassa)	Interações interespecíficas (Polinização, dispersão, predação)
Abordagem	Silvicultura	Ecosistêmica
Níveis tróficos trabalhados	Produtores	Produtores, consumidores, decompositores
Enriquecimento de redes tróficas	Baixa	Alta
Embasamento teórico	Ciências agrárias, produtividade	Ecologia básica, estágios serais
Mecanismos	Plantação	Sucessão natural
Idade da comunidade formada	Equiânea (Plantio da mesma idade)	Multiânea (Chegada constante de propágulos)
Dinâmica da comunidade	Baixa (População longevas)	Alta (Populações efêmeras e longevas)
Velocidade de sucessão	Lenta	Rápida
Estrutura vertical	Homogênea	Heterogênea
Aspecto inicial	Regular, "limpo", fácil de andar	Irregular, "sujos", difícil de andar
Resultado ao longo prazo	Bosque, dossel contínuo	Mosaico florestal, dossel descontínuo
Compromisso	Revegetação, aparência, legislação	Conservação, fluxos gênicos, futuras gerações
Custo aproximado (Implantação e manutenção)	R\$ 5.5000,00/hectare	R\$ 3.600,00/hectare

Fonte: Adaptado de Bechara et al, 2007

A recuperação ambiental de áreas degradadas é um termo geral que designa a aplicação de técnicas de manejo visando tornar um ambiente degradado apto para um novo uso produtivo, desde que sustentável. Dentre as variantes de recuperação ambiental citam-se, cada qual com suas especificidades, a restauração, restauração ecológica, reabilitação, remediação e regeneração natural (Figura 10) (SÁNCHEZ, 2013).

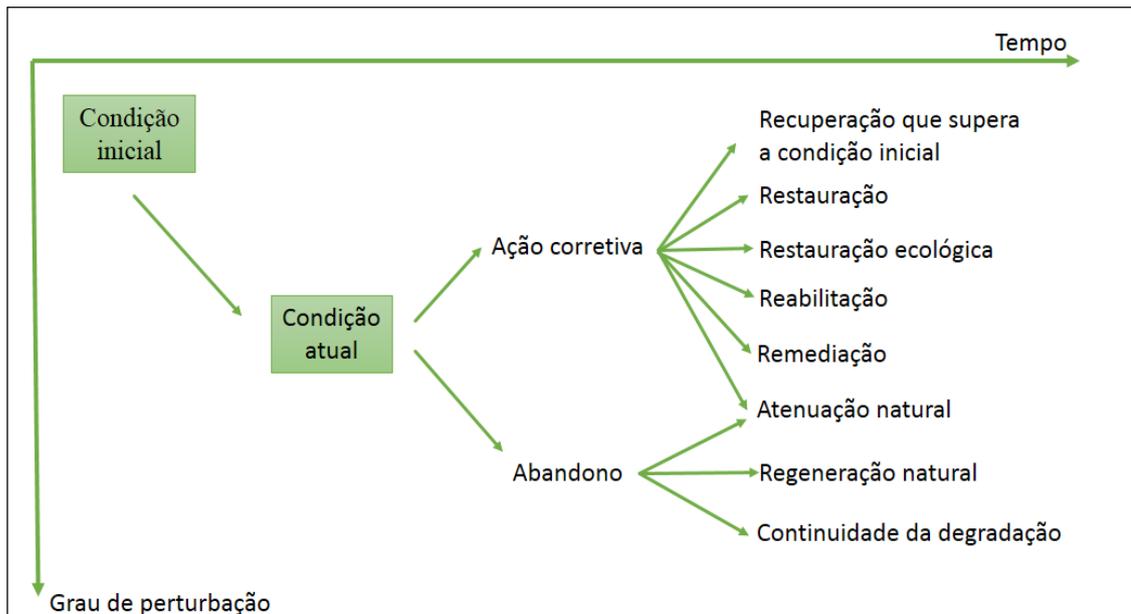


Figura 10 - Variantes do conceito recuperação  
Fonte: Sánchez, 2013

Em muitas situações, associa-se a recuperação de áreas degradadas apenas com a recomposição topográfica e a revegetação de áreas onde o relevo foi descaracterizado. Em situações onde o desmatamento é inevitável, aconselha-se que a compensação ambiental ocorra dentro da mesma bacia hidrográfica com restauração vegetal da proporção de 2:1 ou 3:1, ou seja, para cada hectare desmatado, que dois ou três hectares de florestas sejam restaurados (MARTINS, 2013). A maior dificuldade de recuperar ocorre em áreas degradadas onde o solo foi degradado através da eliminação de suas camadas superficiais como ocorre em atividades mineiras (MARTINS, 2007).

### 3.3.1. Técnicas de recuperação de áreas degradadas

As técnicas de recuperação de áreas degradadas podem envolver plantio de mudas, semeadura direta e indução e/ou condução da regeneração natural. Definem-se as técnicas de recuperação para cada situação ambiental ou de degradação identificadas, visando reduzir os

custos do projeto e aumentar a eficiência em termos ecológicos (BECHARA et al, 2007; TRES; REIS, 2009; MARTINS, 2014).

O plantio de mudas é a técnica de maior probabilidade de desenvolvimento das plântulas. Ao optar pelo plantio de mudas de espécies de rápido desenvolvimento, cerca de um a dois anos após o plantio têm-se áreas em avançado nível de sucessão. Através do plantio de mudas é possível atingir nível de sucessão avançado, pois as espécies arbóreas vencerão a competição com espécies invasoras herbáceas e gramíneas, através do sombreamento (CAVALHEIRO; TOREZAN; FADELLI, 2002). Contudo, projetos de recuperação que adotam o plantio de mudas são de alto custo, devido à necessidade de utilização de um número alto de mudas de espécies arbóreas. Exemplo de projeto que opta pelo uso de mudas em para a recuperação de matas ciliares degradadas, é apresentado no trabalho realizado por Chabaribery et. al (2008). Neste trabalho, Chabaribery et. al (2008) constatou que em média a compra de mudas equivale a 20% do orçamento de um projeto de recuperação.

Para sementeira direta, necessitam de sementes com boa qualidade fisiológica e genética. Segundo Martins (2007), as sementes coletadas devem variar de localização e espécies de modo a evitar a restrição genética. O uso da sementeira direta supera uma das barreiras à regeneração natural, pois os propágulos seriam diretamente lançados no local a ser recuperado. Comparada com uso de plantio de mudas, a sementeira direta apresenta maior rendimento de plantio e menor custo, entre outros aspectos por ser mais fácil transportar sementes do que mudas. A sementeira direta é indicada para áreas de difícil acesso, onde qualquer intervenção no solo pode ser problemática (MARTINS, 2013).

Em área de degradação pouca intensa, onde o banco de semente do solo não foi perdido e/ou exista fontes de sementes próximas, a regeneração natural pode ser suficiente para a recuperação florestal. A regeneração natural tende a ser a forma de recuperação de menor custo, entretanto, é normalmente um processo lento. E só deve ser adotada quando o processo de regeneração já iniciou, em campo isso é observado pela presença de arbustos, plântulas e indivíduos jovens de espécies arbóreas. A indução e/ou condução da regeneração natural consiste em isolar a área de agentes degradantes e abandoná-la de modo que a recuperação ocorra naturalmente (MARTINS, 2013).

Entre as possibilidades de acelerar o processo de recuperação, utilizam-se as técnicas de restauração ecológica como as técnicas de nucleação. No entanto, para que isso ocorra, é necessário que o banco de sementes apresente resiliência, ocorra a proximidades com fragmentos florestais em bom estado de conservação e presença de polinizadores e

dispersores (YARRANTON; MORRISON, 1974; FRANKS, 2003; REIS et al., 2003; BECHARA et al., 2007; REIS; BECHARA; TRES, 2010, MARTINS, 2013).

### **3.3.1.1. Nucleação**

A nucleação é um específico modelo de facilitação de sucessão proposto por Yarranton e Morrison (1974), no qual a vegetação se expande ao longo do tempo e acelera o processo de sucessão natural. No Brasil, mesmo sendo recente, a restauração ecológica por nucleação já obteve resultados satisfatórios em diferentes biomas brasileiros (FRANKS, 2003; REIS et al., 2003; BECHARA et al., 2007; REIS; BECHARA; TRES, 2010; PIERONI; BRANCO; FERREIRA, 2014).

A nucleação aumenta a probabilidade de formação de diferentes rotas sucessionais através de “gatilhos ecológicos”. Estes “gatilhos ecológicos” se comportam como fluxos iniciais de energia, envolvendo elementos bióticos e abióticos. Estes novos fluxos de energia potencializam a integração das paisagens fragmentadas, convergindo ao equilíbrio no espaço e no tempo. A proposta fundamental da nucleação é promover eventualidades e imprevisibilidades, dando oportunidades para que os fluxos naturais encontrem espaço para se expressar e ampliem as possibilidades de restabelecer uma série de processos e contextos do sistema como um todo (YARRANTON; MORRISON, 1974; FRANKS, 2003; REIS et al., 2003; BECHARA et al., 2007; REIS; BECHARA; TRES, 2010, MARTINS, 2013).

A nucleação baseia-se na colonização da área degradada por atração de animais que participam da dispersão de sementes na área degradada e utilização de espécies vegetais menos exigentes. O uso de espécies vegetais menos exigentes favorece o desenvolvimento de microclimas para acumulação e germinação de sementes e crescimento de mudas de espécies mais exigentes através da melhoria das características físico-químicas do solo (FRANK, 2003).

Na nucleação são implantados pequenos núcleos, distribuídos de forma estratégica em toda área que se pretende recuperar, criando, nos espaços entre os núcleos, oportunidade de regeneração natural. A técnica foi utilizada por Tres et al (2007), ao buscar recuperar áreas degradadas de 25 m de extensão entre área de mata ciliar e área de plantio de espécies exóticas (Figura 11). Os núcleos implantados podem ser confeccionados adotando diferentes técnicas, que podem variar entre formação núcleos através da transposição de solo e serrapilheira, transposição de chuvas de sementes, transposição de galharia e/ou implantação

de poleiros naturais e artificiais (REIS et. al, 2003; BECHARA, 2006; MARTINS, 2007; TRES et. al, 2007).

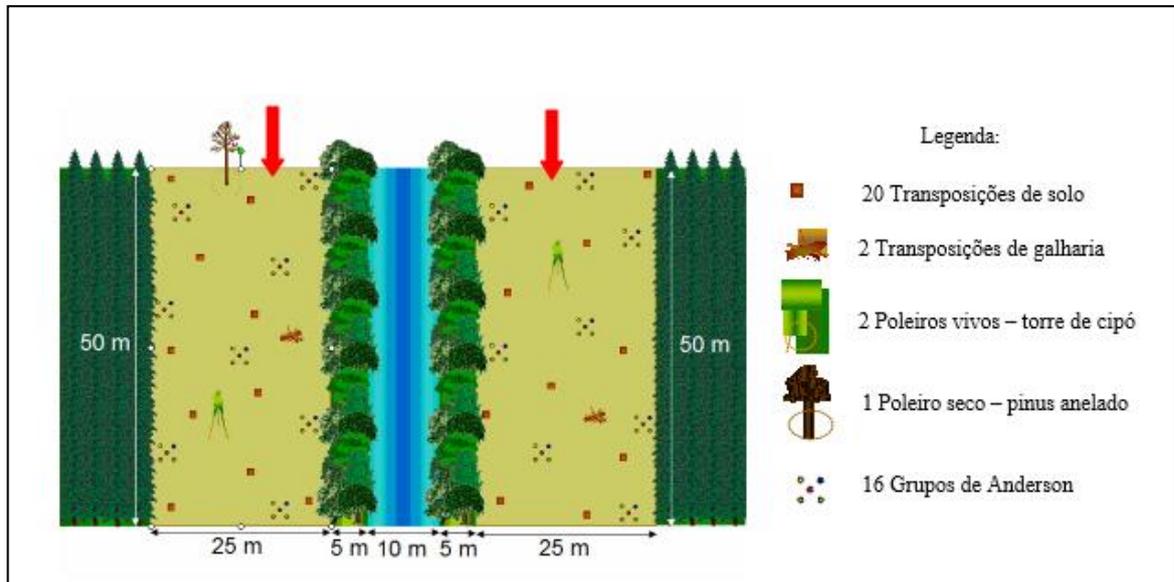


Figura 11 - Esquema de recuperação baseada nas técnicas de nucleação  
Fonte: Tres et al, 2007

Os núcleos formados pelo solo e serrapilheira transpostos (Figura 12) são também conhecidos por técnica de transposição do banco de sementes e de serrapilheira. Esta técnica consiste em recolher porções de camada superficial do solo juntamente com a serrapilheira de áreas de estágios sucessionais mais avançados e depositá-los formando núcleos na área degradada. Além de solo e de serrapilheira, a transposição de solo insere sementes, propágulos, microrganismos, fungos, bactérias, minhocas, algas, nutrientes e matéria orgânica, etc. na área degradada, o que pode, em alguns casos, auxiliar na recuperação das propriedades físico-químicas do solo da área em recuperação (MARTINS, 2007; REIS; BECHARA; TRES, 2010).

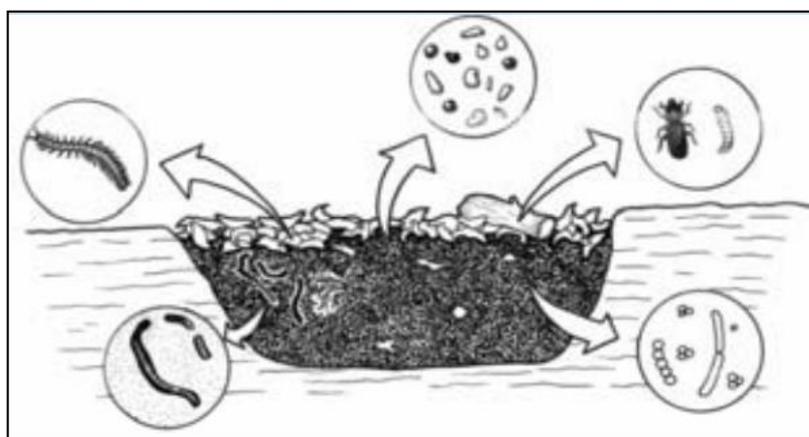


Figura 12 - Transposição de solo  
Fonte: Reis et al, 2003

A chuva de sementes é um processo de dispersão de sementes, onde as sementes podem ser coletadas com uso de coletores (Figura 13) e transpostas em outras áreas. O uso das sementes coletadas na chuva de semente recebe o nome de técnica de transposição de chuva de semente. As sementes oriundas da dispersão podem ser utilizadas para produção de mudas ou serem semeadas diretamente na área a ser recuperada. Para definir a localização dos coletores de sementes na floresta é ideal diversificar os pontos de fixação dos coletores considerando as diferentes situações ambientais para maximizar a variedade de espécies (MARTINS, 2007; REIS; BECHARA; TRES, 2010).

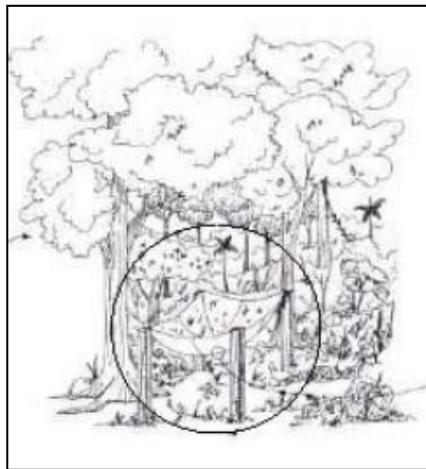


Figura 13 - Coleta das sementes  
Fonte: Bechara, 2006

A técnica de transposição de galharia consiste em aglomerar, formando núcleos, os restos vegetais, como galhos e folhas (Figura 14), encontrados no local. Este aglomerado serve de abrigo para pequenos animais que depositam sementes no solo através de seus excrementos, além de formar ambientes úmidos e sombreados, o que proporcionam o desenvolvimento de espécies desse tipo de ambiente (MARTINS, 2007; REIS; BECHARA; TRES, 2010). Esses restos vegetais são fontes de sementes de espécies arbustivo-arbóreas e de outras formas de vida como as plantas epífitas, de nutrientes e de matéria orgânica facilitando a ativação de cadeias alimentares e, dessa forma, após a germinação, as plântulas encontrarão condições mais adequadas para o seu estabelecimento.

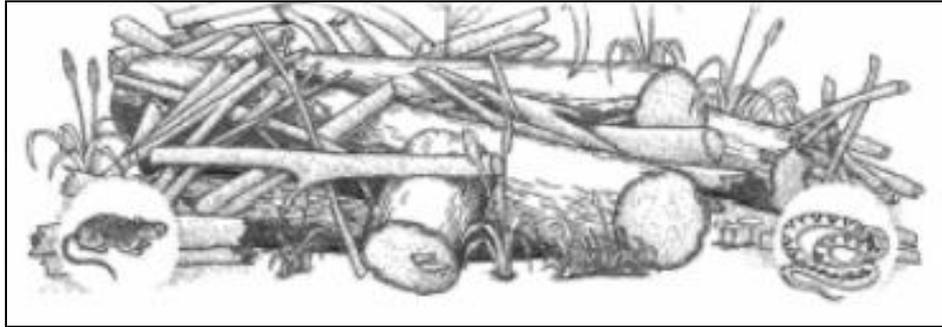


Figura 14 - Aglomeramento de restos de vegetais  
Fonte: Reis et al, 2003

A técnica de implantação de poleiros considera que aves e morcegos, que se deslocam entre matas remanescentes, utilizam os poleiros (Figura 15) para pouso e descanso. Durante o descanso, a fauna deposita sementes nas proximidades dos poleiros através dos excrementos e material regurgitado, formando núcleos diversificados. Os poleiros podem ser artificiais ou naturais. Os artificiais são construídos utilizando varas de bambu ou caules de árvores mortas. Os naturais são obtidos através do plantio de árvores de crescimento rápido e arquitetura de copa que favoreça o pouso das aves além do uso das árvores remanescentes da área (MARTINS, 2007; REIS; BECHARA; TRES, 2010).

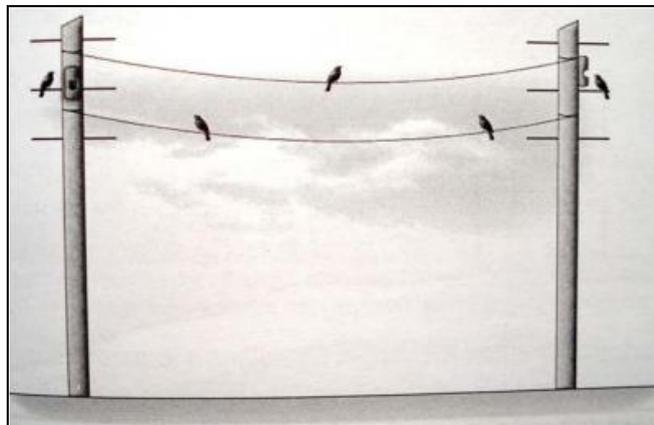


Figura 15 - Poleiros artificiais interligados com cabo  
Fonte: Martins, 2007

Independente da técnica de nucleação escolhida, é necessário ocorrer a presença de fragmento florestal próximo com características satisfatórias para empréstimo de material para a implantação da nucleação. A presença destes fragmentos é dos pré-requisitos para o sucesso da implantação das técnicas e consequente recuperação da área degradada. Para que o material de um fragmento florestal remanescente sirva como material de empréstimo para a implantação das técnicas de nucleação em outra área, ele deve apresentar volume de material (serrapilheira, solo, galharia, sementes) suficiente para que a retirada deste material não atrapalhe os fluxos energéticos na área de empréstimo (MARTINS, 2013, 2014).

### 3.3.2. Projeto de recuperação

Depois de caracterizada a área que se pretende recuperar e definida a técnica de recuperação adequada, é necessário elaborar o projeto de recuperação da área degradada (MARTINS, 2014).

Não existe um projeto único de recuperação que possa ser recomendada para todas as áreas e situações. Independente da técnica de recuperação escolhida, o objetivo principal sempre deve ser o de devolver a produtividade primária ao solo, sendo que um dos pré-requisitos deve ser a recomposição dos ciclos biofísicos e biogeoquímicos de modo a assegurar a sustentabilidade dos projetos de recuperação (MARTINS, 2013).

Os projetos atuais devem desenvolver florestas com alta diversidade de espécies a fim de apresentar maior capacidade de recuperação de possíveis distúrbios, melhor ciclagem de nutrientes, maior atratividade à fauna, maior proteção ao solo de processos erosivos e maior resistência a pragas e doenças (FRANK, 2003; MARTINS, 2007, 2014).

O primeiro passo na elaboração do projeto consiste na definição da escala e dos objetivos da recuperação. A escala pode variar de local, média ou ampla escala. Quanto maior a abrangência do projeto, maior são as chances de obter sucesso na recuperação da área. Contudo, muitas vezes não se dispõe de recursos e de tempo suficientes para a adoção de técnicas de recuperação, envolvendo uma escala ampla como toda uma propriedade, desse modo, a recuperação é feita de modo pontual, voltada para uma situação específica de degradação (MARTINS, 2013).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Resultados

#### 4.1.1. Caracterização ambiental da APP em estudo

A APP de nascente (Figura 16) que está em recuperação com este estudo apresenta como coordenadas de centro: 23K 7528,10m 228,12m 598m (Coordenadas UTM – Universal Transversa de Mercator).

A cobertura vegetal da APP predominante é a *Bracharia* utilizada para pastagem. Dentro desta APP, ocorre a presença de uma fragmento florestal remanescente (Fragmento 1) de vegetação de Floresta Estacional Semidecidual (Tabela 3). O Fragmento 1 possui fisionomia florestal com a presença de estratos de diferentes alturas, com variações de espaçamentos. Neste fragmento, há uma pequena quantidade de lianas, ocupando áreas com distribuição irregular na borda do fragmento. O estrato arbóreo do Fragmento 1 apresenta altura média de 7 m, porém há árvores com até 9 e 12 m compondo o dossel. A camada de serrapilheira está presente em toda sua extensão, mas sua espessura é variável conforme a estrutura do fragmento.

Tabela 3 - Espécies do Fragmento 1 que as classificam como remanescente de Floresta Estacional Semidecidual

Família/Espécie	Nome popular	Hábito
Arecaceae/ <i>Syagrus romanzoffiana</i>	Jerivá	Árvore
Aristolochiaceae/ <i>Aristolochia galeata</i>	Jarrinha	Liana
Asteraceae/ <i>Gochnatia polymorpha</i>	Cambará	Árvore
Bromeliaceae/ <i>Tillandsia sp</i>	Tilândsia	Epífita
Cannabaceae/ <i>Celtis iguanaea</i>	Esporão-de-galo	Árvore
Dilleniaceae/ <i>Davilla rugosa</i>	Cipó-cabloco	Liana
Fabaceae/ <i>Centrolobium tomentosum</i>	Araribá	Árvore
Moraceae/ <i>Ficus carica</i>	Figueira	Árvore
Rubiaceae/ <i>Randia armata</i>	Espinho-de-agulha	Árvore
Rutaceae/ <i>Zanthoxylum sp</i>	Mamica-de-porca	Árvore
Salicaceae/ <i>Casearia sylvestris</i>	Guaçatonga	Árvore
Sapindaceae/ <i>Serjania sp</i>	Cipó	Liana
Smilacaceae/ <i>Smilax sp</i>	Salsaparrilha	Liana

Organizada pela autora)

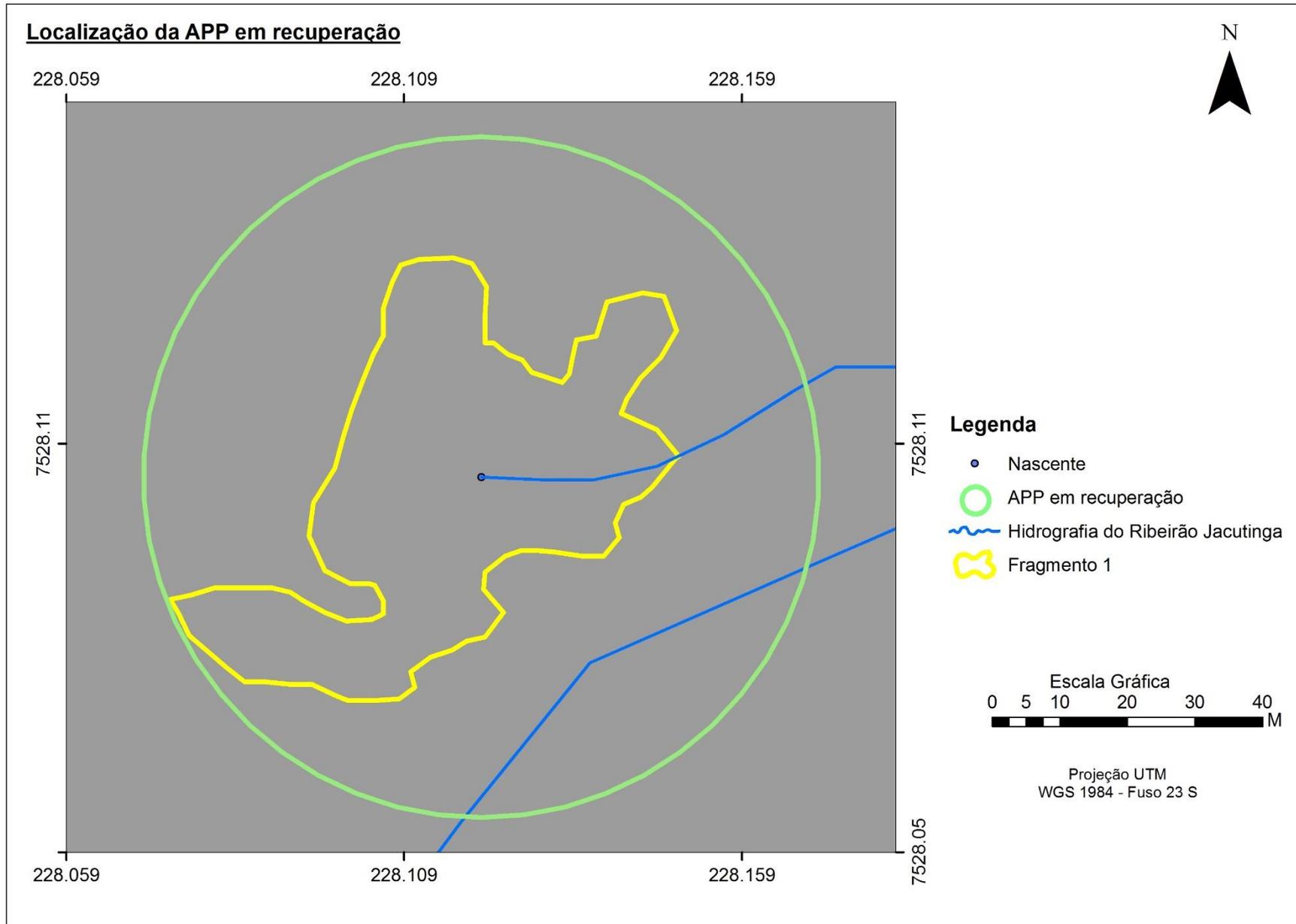


Figura 16 - Localização da APP em recuperação  
(Organizada pela autora)

Esta APP, no passado, passou por processo de terraplanagem, o que descaracterizou os impactos visuais oriundos da atividade de extração de argila no relevo. Os impactos da mineração ainda perceptíveis são o assoreamento do leito do afluente do Ribeirão Jacutinga iniciado na nascente da APP estudada e redução do volume hídrico do mesmo.

Os processos erosivos da área de estudo são de baixa intensidade e não apresentam solo exposto. A forma de erosão predominante na área são sulcos formados pela compactação do solo devido ao pisoteio do gado (Figura 17 - a e b). Na área identificam-se, também, sulcos formados pela erosão hídrica intensificada pelo pisoteio do gado próximo à nascente (Figura 17 - c e d).

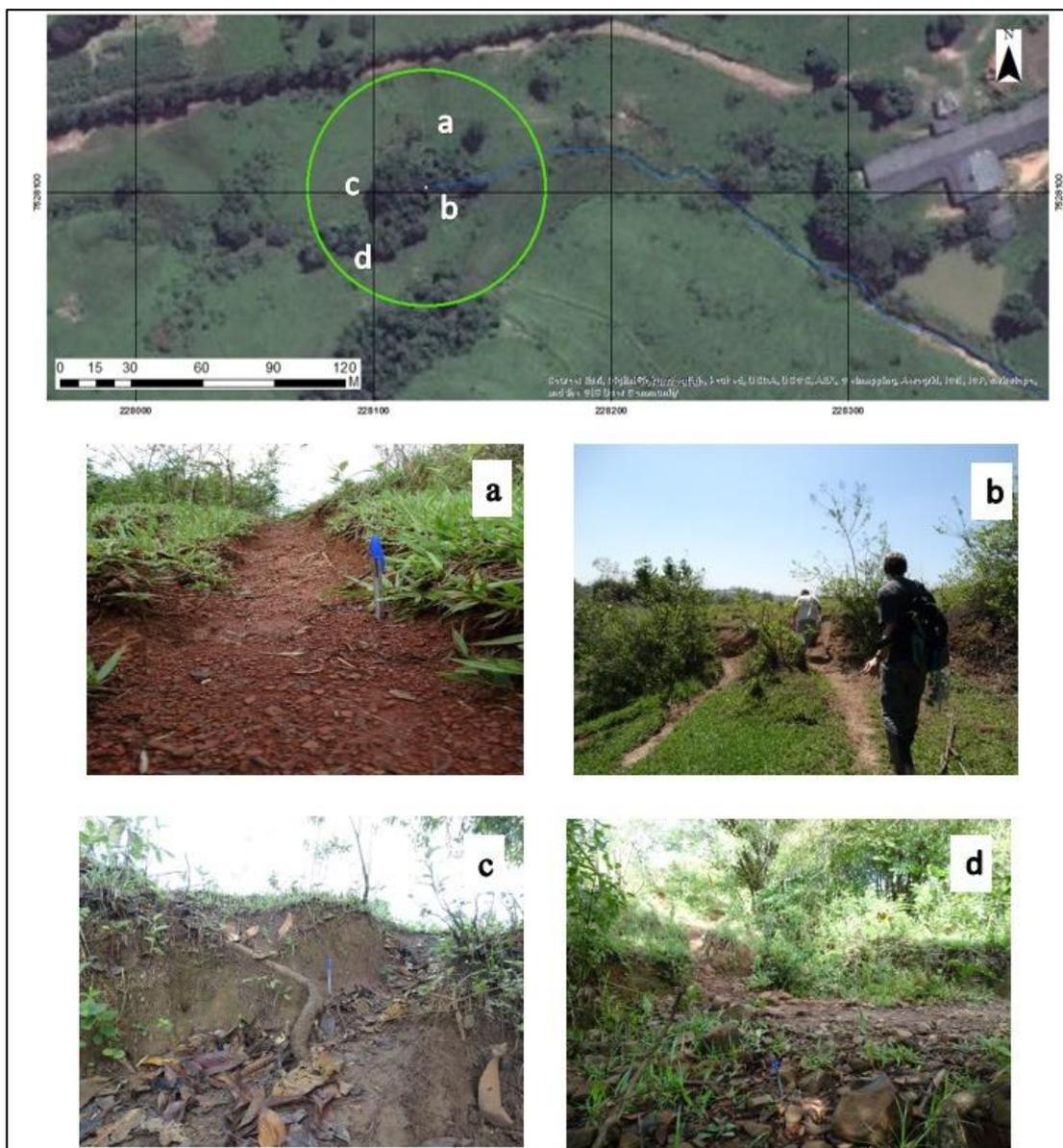


Figura 17 - Processos erosivos na área de estudo (a) (b) sulcos formados devido ao pisoteio do gado (c) (d) sulcos formados pela erosão hídrica intensificada pelo pisoteio do gado (Organizado pela autora)

#### 4.1.2. Monitoramento da regeneração natural da APP em estudo

Antes do isolamento da APP, a pastagem dentro e fora da APP não apresentava diferença quanto à altura da *Brachiaria* (Figura 18). Além da presença da *Brachiaria*, era possível notar de ambos os lados do cercamento, logo após o isolamento, apenas o desenvolvimento de mudas de espécies invasoras.

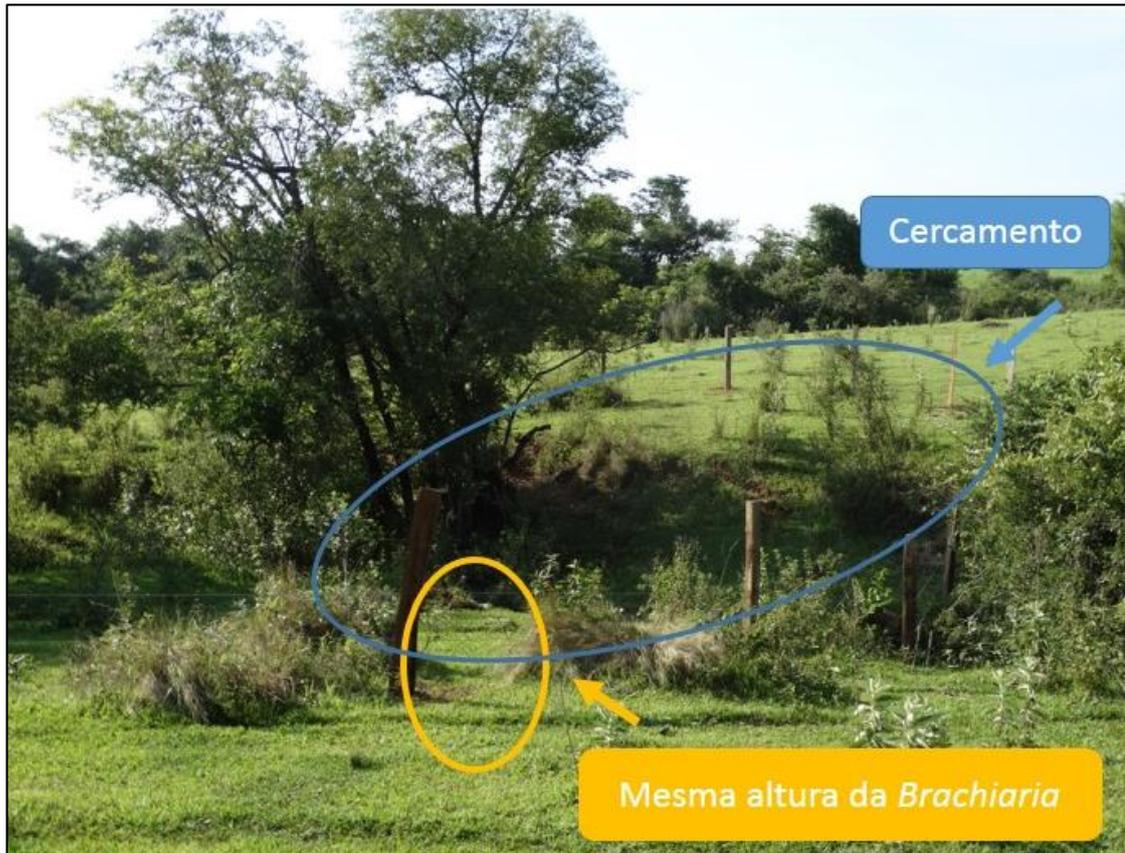


Figura 18 - APP logo após isolada  
(Organizada pela autora)

Durante os meses de monitoramento, foi possível notar diferença altura da cobertura vegetal entre as áreas de pastagem dentro e fora da APP (Figura 19). Na área isolada, ou seja, dentro da APP, a *Brachiaria* apresentava altura em torno de 25 cm e em alguns pontos foi possível observar mudas de provável nativas (Figura 20) se desenvolvendo, além de espécies florescendo. Enquanto, na área não isolada, não foram identificadas mudas de espécies diferentes das invasoras já identificadas durante a caracterização da área de estudo. Outra mudança percebida, na área dentro da APP, foi que a drenagem antes exposta, agora encontra-se toda coberta por vegetação. As alterações observadas sugere que a APP está em processo de regeneração natural.

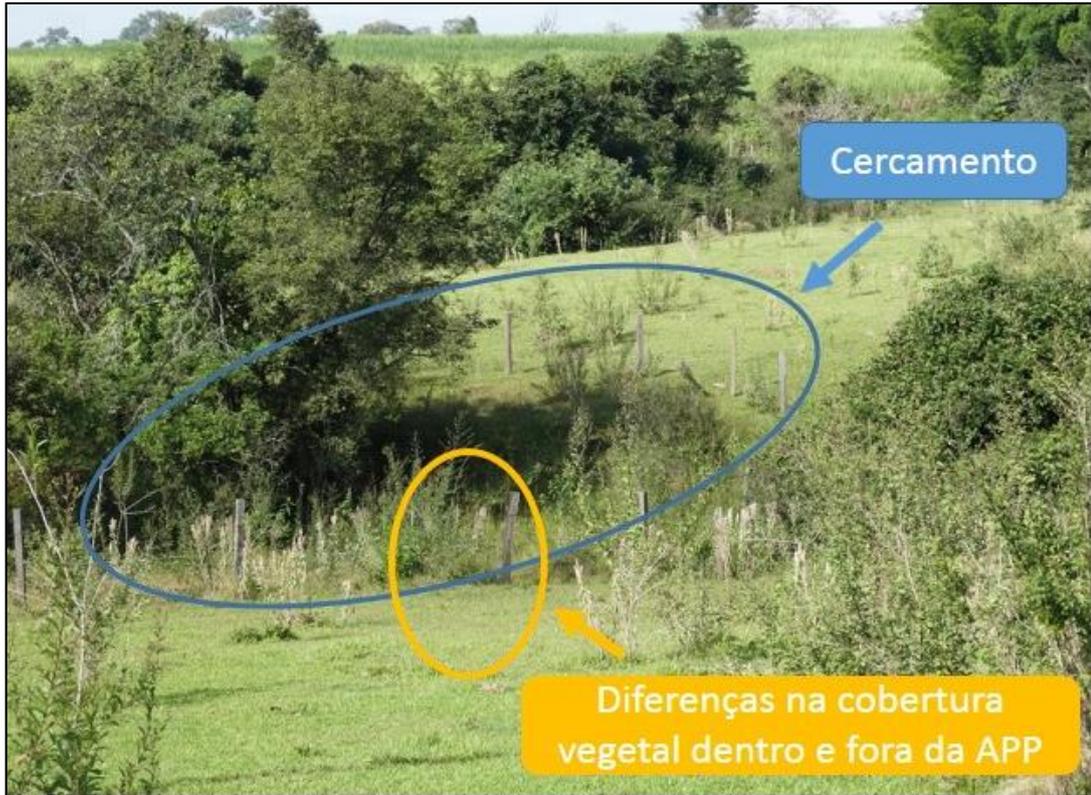


Figura 19 - APP após cinco meses de monitoramento  
(Organizada pela autora)



Figura 20 - Mudas oriundas da regeneração natural  
(Organizada pela autora)

### 4.1.3. Análise dos fragmentos florestais remanescentes próximos à APP em estudo

Foram observados no total, quatro remanescentes florestais significativos (Figura 21), próximos à APP que está em recuperação. Juntos, estes fragmentos totalizam uma área de 6,69 ha (Tabela 4).

Tabela 4 - Área dos fragmentos florestais de mata ciliar

	Área (ha)
Fragmento 2	0,08
Fragmento 3	0,36
Fragmento 4	1,23
Fragmento 5	4,84

(Organizada pela autora)

Todos os fragmentos florestais estudados são remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual, de acordo com a classificação do manual técnico da vegetação brasileira (IBGE, 2012), com diferentes níveis de preservação. Estes fragmentos florestais fazem vizinhança com cultivos de eucalipto e de cana-de-açúcar, mineração de argila e área de pastagem. E não estão isolados da ação de agentes degradantes, como o gado, além de apresentarem indicativos de terem sido minerados, em função dos cortes no perfil do relevo. Todos os fragmentos identificados são de mata ciliar cujo o corpo hídrico foi provavelmente assoreado, o que pode justificar a vazão intermitente destes afluentes do Ribeirão Jacutinga.

Os Fragmentos 2, 3 e 4 apresentam formato alongado com inclinação topográfica variada com diferentes graus de degradação. Acredita-se que a baixa diversidade de espécies dos Fragmentos 2, 3 e 4 esteja associada ao efeito de borda ao qual estes estão susceptíveis devido ao formato alongado dos mesmos. Próximo às extremidades dos fragmentos, o terreno é mais inclinado e no interior a inclinação passa despercebida. A espessura de serrapilheira e de solo nos Fragmentos 2, 3 e 4 varia conforma a inclinação do terreno. Nas porções inclinadas do terreno, a espessura de serrapilheira e de solo é maior que nas partes mais planas do terreno.

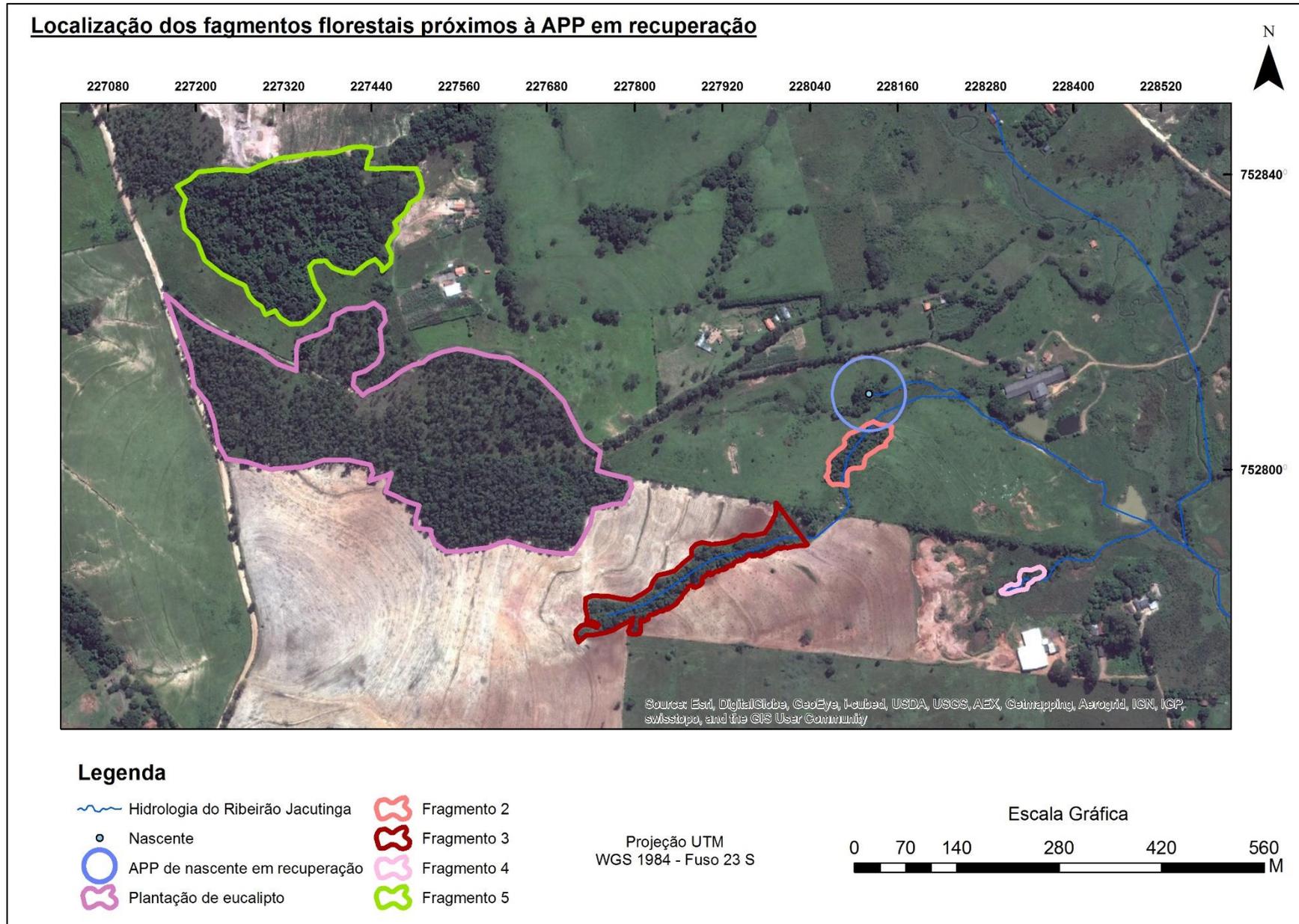


Figura 21 - Localização dos fragmentos florestais próximos à área de estudo  
(Organizada pela autora)

O Fragmento 5 é enquadrado em estágio médio de regeneração segundo as premissas dispostas na Resolução CONAMA nº 01, de 31 de janeiro de 1994 (BRASIL, 1994). A fisionomia é florestal com dossel em torno de 8 a 10 m de altura, com a presença de emergentes de até 20 m de altura. O chão é composto por serrapilheira contínua de espessura média no interior de toda a mancha de vegetação. Há presença de diversas espécies herbáceas e indivíduos jovens de arbustivas e lianas, bem como mudas de espécies arbóreas (Tabela 5). As espécies de trepadeiras estão representadas, sobretudo por espécies lenhosas concentrada na borda do fragmento. O número de epífitas é baixo e há variação entre as espécies arbóreas verificadas no interior e na borda deste fragmento. Não há indícios de espécies exóticas se desenvolvendo no local, a exceção da Orquídea africana.

Tabela 5 - Lista de espécies do Fragmento 5

<b>Família/Espécie</b>	<b>Nome popular</b>	<b>Hábito</b>
Anacardiaceae/ <i>Schinus terebinthifolius</i>	Aroeira-vermelha	Árvore
Araceae/ <i>Anthurim sp</i>	Antúrio	Epífita
Araceae/ <i>Anthurim sp</i>	Antúrio	Herbácea
Araceae/ <i>Philodendron bipinnatifidum</i>	Imbés	Epífita
Araceae/ <i>Philodendron bipinnatifidum</i>	Imbés	Herbácea
Arecaceae/ <i>Syagrus romanzoffiana</i>	Jerivá	Árvore
Asteraceae/ <i>Vernonanthura phosphorica</i>	Assa-peixe	Arbusto
Boraginaceae/ <i>Tournefortia paniculata</i>	Marmelinho	Arbusto
Combretaceae/ <i>Terminalia triflora</i>	Capitãozinho	Árvore
Dilleniaceae/ <i>Davilla rugosa</i>	Cipó-cabloco	Liana
Euphorbiaceae/ <i>Croton floribundus</i>	Capixingui	Árvore
Fabaceae/ <i>Bauhinia sp</i>	-	Liana
Fabaceae/ <i>Centrolobium tomentosum</i>	Araribá	Árvore
Fabaceae/ <i>Piptadenia gonoacantha</i>	Pau-jacaré	Árvore
Fabaceae/ <i>Schizolobium parahyba</i>	Guapuruvu	Árvore
Meliaceae/ <i>Trichilia elegans</i>	Catiguazinho	Árvore
Myrtaceae/ <i>Psidium guajava</i>	Goiabeira	Árvore
Orchidaceae/ <i>Oececlades maculata</i>	Orquídea	Epífita
Piperaceae/ <i>Piper amalago</i>	Pariparoba	Arbusto
Rhamnaceae/ <i>Rhamnidium elaeocarpum</i>	Tarumá	Árvore
Rubiaceae/ <i>Randia armata</i>	Limoeiro-do-mato	Árvore
Rutaceae/ <i>Conchocarpus pentandrus</i>	Laranjeira-brava	Arbusto
Salicaceae/ <i>Casearia sylvestris</i>	Guaçatonga	Árvore
Sapindaceae/ <i>Serjania sp</i>	Cipó	Liana
Sapindaceae/ <i>Cupania vernalis</i>	Camboatã	Árvore

(Organizada pela autora)

#### 4.1.4. Implantação e monitoramento da técnica de nucleação escolhida na APP em estudo

O material de empréstimo (Figura 22) para a implantação da técnica de nucleação escolhida (transposição de solo e serrapilheira) foi retirado do Fragmento 5. Durante a coleta, foi possível visualizar algumas sementes de espécies distintas. Formando a serrapilheira, foi observada uma variedade de matéria orgânica em decomposição, como raízes, folhas e gravetos, além de musgos.



Figura 22 – Solo e serrapilheira retirados da área de empréstimo  
(Organizada pela autora)

##### 4.1.4.1. Parcela transplantada (Parcela 1)

No mês de implantação da técnica, a camada de serrapilheira na parcela transplantada era de 25 cm (Figura 23). Nos meses de janeiro e fevereiro, a serrapilheira desta parcela sofreu decomposição, reduzindo sua espessura, respectivamente, para 5 cm e 1 cm. No mês de fevereiro, devido à mínima espessura da camada de serrapilheira, foi possível observar sementes e presença de olho de formigueiro (Figura 24). No mês de março, após três meses de chuva desde a implantação da técnica, germinou as primeiras espécies na parcela (Figura 25).



Figura 23 – Espessura de serrapilheira no mês de Dezembro de 2014  
(Organizada pela autora)



Figura 24 - Identificação de semente e formigueiro em Fevereiro de 2015  
(Organizada pela autora)

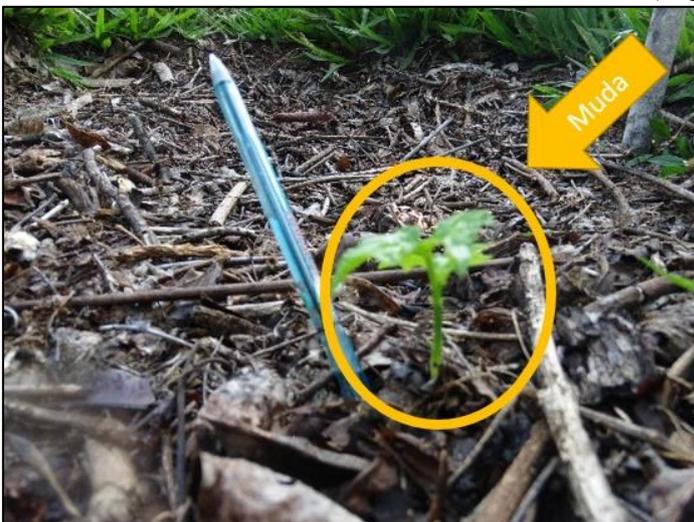


Figura 25 - Visualização de desenvolvimento de muda na parcela transplantada em Março de 2015  
(Organizada pela autora)

Na primeira visita do mês de abril, observou que as espécies que estavam germinando na parcela morreram e se formou outro olho de formigueiro dentro da parcela. Além de não ter ocorrido o desenvolvimento de nenhuma espécie vegetal, o solo movimentou-se. Em abril, a frequência das chuvas reduziu e as visitas passaram a ser quinzenais, com irrigação desta parcela com água.

Nas visitas de campos seguintes, a parcela não apresentou nenhuma alteração quanto à disposição do solo, nenhuma espécie germinando. A presença de formigas passou a ser constante, sendo que a cada visita, o olho do formigueiro estava em pontos distintos da Parcela 1.

Durante as visitas, a cada monitoramento aumentava-se a visualização sementes de diferentes espécies na parcela de solo e serrapilheira transplantada. Associa-se a possibilidade de visualização de maior diversidade de sementes com o fato de a redução do volume de serrapilheira permitir melhor visualização destas sementes.

#### 4.1.4.2. Parcela de solo apenas revolvido (Parcela 2)

No mês de dezembro, a *Brachiaria* foi removida e o solo da parcela foi revolvido (Figura 26 - a). No mês de janeiro não foi observado nenhuma alteração em relação ao mês de dezembro (Figura 26 - b), além do início de compactação do solo da parcela. Nos meses de fevereiro a maio, não foi observado nenhuma alteração em relação ao mês de janeiro (Figura 26 - c), além da do aumento da compactação do solo.

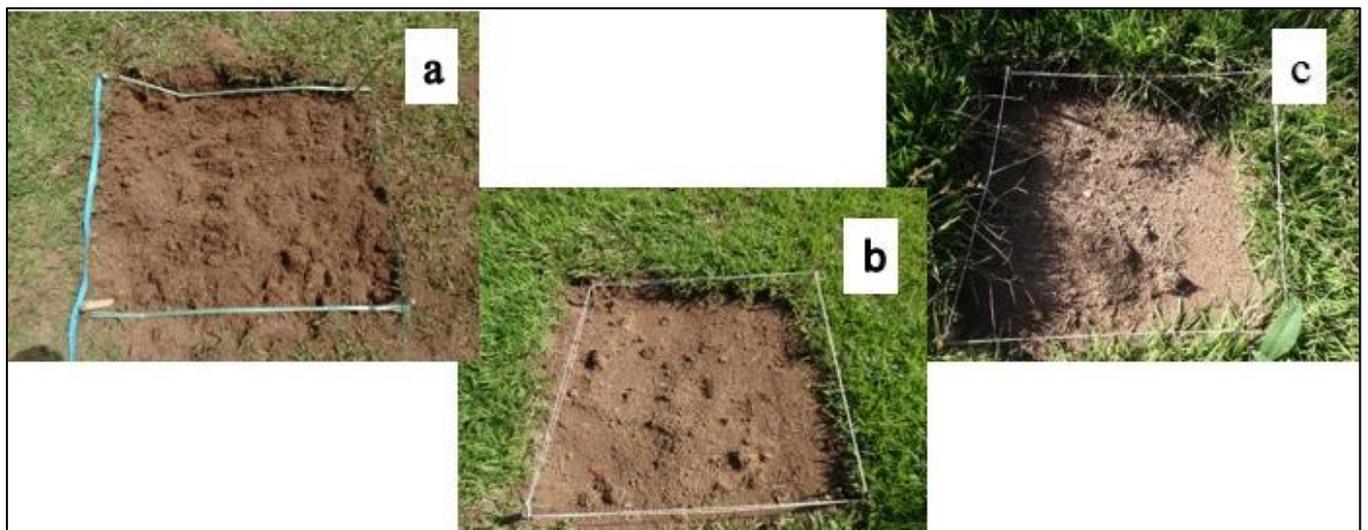


Figura 26 - Parcela 2 (a) Dezembro de 2014 (b) Fevereiro de 2015 (c) Maio de 2015  
(Organizada pela autora)

## 4.2. Discussão

Após realizada a caracterização ambiental da APP e confirmada a ocorrência da regeneração natural na mesma, é possível concluir pelas premissas de Martins (2013) que a APP está passando pelo processo de regeneração natural após o isolamento dos agentes degradantes.

Para acelerar o processo de recuperação, este trabalho adotou o uso de nucleação como sugerem Yarranton e Morrison (1974), Franks (2003), Reis et al. (2003), Bechara et al. (2007), Reis, Bechara, Tres (2010) e Martins (2012). Para adotar o uso das técnicas de nucleação, buscou-se fragmentos florestais próximo com características satisfatórias para empréstimo de material para a implantação dos núcleos, sendo este um dos pré-requisitos para o sucesso da implantação da nucleação e consequente recuperação da área degradada, assim como abordado em Martins (2013, 2014).

Dentre todos os fragmentos florestais identificados próximos à APP em recuperação, descartaram-se os Fragmentos 2, 3 e 4 para serem usados como fragmentos florestais de material de empréstimo, visto que estes não apresentavam volume de material de empréstimo suficientes para garantir seus fluxos energéticos. Nos Fragmentos 2, 3 e 4, nas partes inclinadas, onde há espessura significativa de serrapilheira e de solo, não foram identificados espécies férteis, ou seja, não ocorre indicativo de formação de banco de sementes nesta serrapilheira. Na parte plana, foram encontradas flores, o que seria um indicativo de formação de banco de sementes, contudo devido à pequena espessura da camada de serrapilheira e de solo, as sementes e flores que ali se depositam são carreadas juntas com a água da chuva, impossibilitando a formação de um banco de sementes.

A área, a localização, a presença intensa de muda e a maior variedade de espécies do Fragmento 5 foram fatores positivo para o uso deste fragmento como área de empréstimo de material. A retirada de material ocorreu em pontos diversos, dentro do Fragmento 5, de forma a proporcionar à área que recebeu o material transplantado uma grande variedade de sementes, assim como orienta Martins (2007).

Após caracterizado o Fragmento 5, estudou quais entre as técnicas de nucleação seriam as mais apropriadas para a recuperação da APP. Neste momento, foram descartadas a técnica de transposição de galharia e a técnica de chuva de semente. Estas técnicas foram descartadas, visto que o Fragmento 5 não apresentava material em volume suficiente para a implantação destas na APP. A técnica de implantação de poleiros seco e vivo, foi adotada indiretamente, uma vez que a fauna silvestre local pode utilizar as estacas do cercamento da

APP, as árvores e as arvoretas como poleiros. Sendo assim, a única técnica de nucleação escolhida para ter monitorada sua viabilidade, foi a transposição de solo e serrapilheira, em função da presença intensa de muda e grande variedade de espécies do Fragmento 5.

Depois de implantada a técnica de nucleação, foi realizado o monitoramento por cinco meses. A maior dificuldade encontrada foi em manter uma umidade do solo ideal para o desenvolvimento das sementes na parcela implantada. Após períodos chuvosos, foi possível notar, na parcela implantada, o início de desenvolvimento de mudas, contudo estas mudas não vingaram nos meses seguintes. Associa-se o não desenvolvimento das mudas com a redução da umidade do solo. Acredita-se que um acompanhamento semanal, com irrigação frequente da Parcela 1, as mudas possam se desenvolver, visto que é possível identificar diversas sementes presentes na parcela transplantada. A partir do mês de fevereiro, a presença de formigas na parcela foi constante. A decomposição da matéria orgânica da serrapilheira e a presença de formigas são indicativos de intensa atividade biológica na parcela transplantada.

Comparando a parcela implantada com a parcela que teve apenas o solo revolvido, percebe que as características físicas do solo são distintas. Enquanto o solo da parcela transplantada é solto e rico em matéria orgânica, o solo da outra parcela voltou a ficar compactado mesmo na ausência do pisoteio do gado. Enquanto na parcela transplantada é possível identificar diversidade de sementes e presença da microfauna, na parcela de solo revolvido não ocorre nem a presença de microfauna, como formigas. A comparação entre estas duas parcelas, confirma que o uso da nucleação, através da técnica de transposição de solo e serrapilheira, serve como “gatilho ecológico” para acelerar a regeneração natural de uma área degradada.

Comparando os processos sucessionais que ocorreram na parcela implantada com os processos sucessionais que ocorreram na pastagem isolada da APP, considera-se que os processos sucessionais da regeneração natural da pastagem isolada estão ocorrendo mais rápido que os processos sucessionais da técnica de nucleação.

## 5. CONCLUSÃO

Para analisar a viabilidade do uso da técnica de nucleação adotada, foi necessário separar esta análise em duas grandes etapas. A primeira etapa engloba a viabilidade da implantação da técnica e a segunda é o monitoramento da técnica.

A APP se encontra em processo de regeneração natural e possui fragmento florestal próximo com condições de fornecer material de empréstimo para acelerar os processos sucessionais na área em recuperação. Sendo assim atende ao pré-requisito de implantação da técnica, deste modo, o uso da técnica de nucleação mostra-se viável na primeira etapa de análise.

Para concluir a viabilidade da técnica de nucleação são necessários os dados de monitoramento. Em relação a esta etapa, a parcela transplantada ao final deste trabalho, não apresenta, visivelmente, nenhuma muda em desenvolvimento. O que se pode concluir em relação a esta técnica, até o momento, foi a formação de um banco de semente implantado no núcleo transplantado com material de origem do fragmento florestal remanescente próximo (Fragmento 5), a melhoria da qualidade física do solo do núcleo e a presença da microfauna na parcela, o que pode favorecer o desencadeamento de processos sucessionais na APP. A ausência de mudas em desenvolvimento até o final deste trabalho, não inviabiliza o uso da técnica de nucleação na área em recuperação, isto porque, segundo Yarranton e Morrison (1974), Franks (2003), Reis et al. (2003), Bechara et al. (2007), Reis, Bechara, Tres (2010) e Martins (2012), ao adotar as técnicas de nucleação trabalha-se com eventualidades e imprevisibilidades de tempo e espaço.

Comprovada a viabilidade da técnica de nucleação, acredita-se que o projeto de recuperação da APP em estudo poderia ser elaborado com base na nucleação. Esta afirmação é baseada na presença de fragmentos florestais remanescentes dentro da APP em recuperação e em suas proximidades, nas poucas evidências de processos erosivos e no desenvolvimento de mudas dentro da APP após o isolamento da mesma. Outro fator que favorece o uso da nucleação no projeto de recuperação do empreendimento auxiliado neste trabalho, é que o fragmento florestal que forneceu o material de empréstimo também está localizado na propriedade do empreendedor.

A CETESB ao aceitar o projeto de recuperação da Área de Preservação Permanente baseado na nucleação pode estimular os proprietários rurais que necessitam licenciar suas atividades a conservar os fragmentos florestais de suas propriedades. Isso porque, o uso de nucleação torna o projeto de recuperação menos oneroso.

Para outras áreas que precisem ser recuperadas com características semelhantes à da APP estudada, características como fragmento florestal remanescente próxima e baixa evidências de processos erosivos, sugere-se que o projeto de recuperação da área degradada seja iniciado apenas com o monitoramento da regeneração natural, após o cercamento da área. Estudos, como os de Fadel, Raymundo Jr. e Sayeg (2012) e o de Scalco (2012), comprovam que em determinadas regiões, mesmo com uma paisagem bastante fragmentada, é possível observar a regeneração natural ocorrendo em áreas degradadas. Caso os resultados do monitoramento da regeneração natural sejam positivos, aconselha-se projetos de recuperação das áreas degradadas apenas baseado na regeneração natural. E em casos de resultados negativos para o monitoramento da regeneração natural, aconselha-se a adoção de técnicas de recuperação de áreas degradadas mais elaboradas.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 13030**: Elaboração e apresentação de projeto de reabilitação de áreas degradadas pela mineração. Rio de Janeiro, 1999.

ALMEIDA, F. F. M.. Fundamentos geológicos do relevo paulista. **Boletim Instituto Geográfico e Geológico**, São Paulo, v. 41, p.167-263, 1964.

BECHARA, F. C.. **Unidades demonstrativas de restauração ecológica através de técnicas nucleadoras: Floresta Semidecidual, Cerrado e Restinga**. Piracicaba, SP: ESALQ/USP, 2006. Originalmente apresentada como Tese de Doutorado em Recursos Florestais, Universidade de São Paulo, 2006.

BECHARA, F. C., CAMPOS FILHO, E. M., BARRETO, K. D., GABRIEL, V. A., ANTUNES, A. Z., REIS, A.. Unidades Demonstrativas de Restauração Ecológica através de Técnicas Nucleadoras de Biodiversidade. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 1, p. 9-11, jul. 2007.

BRASIL. Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Lei da Política Nacional do Meio Ambiente. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2 set. 1981. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/16938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/16938.htm) >. Acesso em: 7 abr 2015.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 1, de 23 de janeiro de 1986. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 17 fev. 1986. p. 2548-2549. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html> >. Acesso em: 25 ago. 2014.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 5 out. 1988. p. 1. Disponível em < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm) >. Acesso em: 6 jan. 2014.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 1, de 31 de janeiro de 1994. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 3 fev. 1994. p. 1684-1685. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=142> >. Acesso em: 20 abr. 2014.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 22 dez.1997. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=237> >. Acesso em: 25 ago. 2014.

BRASIL. Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Sistema Nacional de Unidades de Conservação. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 19 jul. 2000. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19985.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm) >. Acesso em: 12 fev. 2014.

BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. Portaria nº 237, de 18 de outubro de 2001. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 19 out. 2001.

Disponível em: < <http://www.diariodasleis.com.br/busca/exibelink.php?numlink=1-60-29-2001-10-18-237> > .Acesso em: 10 jun. 2015.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 28 maio 2012. Disponível em < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm) > . Acesso em: 06 jan. 2014.

CAVALHEIRO, A. L., TOREZAN, J. M. D.;FADELLI, L.. Recuperação de áreas degradadas: procurando por diversidade e funcionamento dos ecossistemas. In: MEDRI, M. E., BIANCHINI, E., SHIBATTA, O. A.; PIMENTA, J. A.. **A bacia do rio Tibagi**. Londrina, PR: M. E. Medri, 2002. p. 213-224.

CEREGATTO, M. A.. **Reflorestamento heterogêneo com essenciais nativas regionais**. Rio Claro: [s. n], 2007.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Extração mineral – Documentos necessários para solicitação de Licença de Instalação**. São Paulo: CETESB, 2015. Disponível em < <http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamento/documentos/docs-LI.pdf> > . Acesso em: 12 jun. 2015.

CHABARIBERY, D.; SILVA, J.R.da; TAVARES, L. F. de J.; LOLI, M.V.B.; MONTEIRO, A.V.V.M.. Recuperação de matas ciliares: sistemas de formação de floresta nativa em propriedades familiares. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 38, n. 6, jun. 2008.

DAITX, E. C.; FERREIRA, G. C.. **Projeto Parceria – FUNDUNESP/SEBRAE-SP- Prefeitura Municipal de Rio Claro**. Apoio técnico às atividades de extração de matéria-prima executadas pela indústria oleira da região de Rio Claro. Rio Claro, SP: IGCE/UNESP, 2006.

ESRI. ENVIRONMENTAL SYSTEM RESEARCH INSTITUTE. **ARC/INFO**. Version 10.2. 2013. DVD-ROM.

FADEL, N.; RAYMUNDO JR., O.; SAYEG, H. S.. Caracterização e avaliação temporal de remanescentes florestais do município de Araras/São Paulo. **HOLOS Environmental**, Rio Claro, v. 12, n. 2, p. 215 – 224, 2012.

FERREIRA, G. C.. **Plano de Lavra – Requerimento de Registro de Licença. DNPM – Argila para Cerâmica Vermelha**. Rio Claro, SP: IGCE/UNESP, 2007.

FERREIRA, G. C.; DAITX, E. C.; OLIVEIRA, C. C. de; LIMA P. R. de. Programa de apoio à legalização mineral de olarias da região de Rio Claro (SP). **Revista Escola de Minas**, Ouro Preto, v. 65, n. 1, p. 119-126, jan./mar. 2012.

FERREIRA, G.C.; GOMES, J.R.S.; OLIVEIRA, C.C. de. Caracterização geológico-tecnológica de materiais argilosos das Formações Corumbataí e Pirambóia, município de Rio Claro (SP). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CERÂMICA, 58., 2014, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: Associação Brasileira de Cerâmica, 2014. p. 885-896.. CD-ROM.

FERREIRA, G. C.. **Recuperação de áreas degradadas**. Rio Claro: IGCE/UNESP, 2014. Aula de Power Point para Disciplina de Graduação de Engenharia Ambiental.

FILQUEIRAS, T. S.; BROCHADO, A. L.; NOGUEIRA, P. E.; GUALA G. F.. Caminhamento – Um método expedito para levantamentos florísticos qualitativos. **Caderno de Geociências**, Rio de Janeiro, n. 12, p. 39-43, out./dez. 1994.

FRANKS, S. J.. Facilitation in multiple life-history stages: evidence for nucleated succession in coastal dunes. **Plant Ecology**, v. 168, n. 1, p. 1-11, ago. 2003.

GOOGLE. **Google Earth website**. Version 7.1.2.2041. 2013. Disponível em: < <http://earth.google.com/> >. Acesso em: 02 set. 2014.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração: técnicas de vegetação**. Brasília-DF: IBAMA, 1990.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. n. 1. 272 p.

LIMA, H. M. de; FLORES, J. C. do C. e COSTA, F. L.. Plano de recuperação de áreas degradadas versus plano de fechamento de mina: um estudo comparativo. **Revista Escola de Minas**, Ouro Preto, v. 59, n. 4, p. 397-402, out./dez. 2006.

LORENZI, H.. **Árvore Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 5.ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2008a. v.1.

LORENZI, H.. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. 3. ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2008b. 672 p.

MARTINS, S.V.. **Recuperação de matas ciliares**. 2. ed. Viçosa, MG: Aprenda Fácil Editora, 2007. 225 p.

MARTINS, S.V.. **Restauração ecológica de ecossistemas degradados**. 1. ed. Viçosa, MG: Aprenda Fácil Editora, 2012. 293 p.

MARTINS, S.V.. **Recuperação de áreas degradadas: como recuperar áreas de preservação permanente, voçorocas, taludes, rodoviários e áreas de mineração**. 3 ed. Viçosa, MG: Aprenda Fácil Editora, 2013.

MARTINS, S.V.. **Técnicas e práticas alternativas para restauração**. Foz do Iguaçu. 2014. Mini-curso da Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas.

PENTEADO, M.M. **Fundamentos de geomorfologia**. Rio de Janeiro: IBGE, 1980.

PIERONI, J. P.; BRANCO, K. G. R.; FERREIRA, G. C.. Avaliação das técnicas de nucleação para recuperação de áreas degradadas por mineração: Experimento na mineração de níquel, Pratápolis/MG. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 10., 2014, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, 2014. p. 1010 - 1021. CD-ROM.

REIS, A.; BECHARA, F.C.; ESPINDOLA, M.B.; VIEIRA, N.K.; SOUZA, L.L.. Restauração de áreas degradadas: a nucleação como base para incrementar os processos sucessionais. **Natureza & Conservação**, São Carlos, v. 1, n. 1, p. 28-36, abr. 2003.

REIS, A.; BECHARA, F. C.; TRES, D. R.. Nucleation in tropical ecological restoration. **Scientia Agrícola** (USP. Impresso), Piracicaba, v. 67, n. 2, p. 244-250, mar./abr. 2010.

RODRIGUES, F. H.; ZAINE, J. E.. Mapeamento Geológico-Geotécnico da Estrada de Castelhanos, Ilhabela (SP). **Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental** (RBGEA), São Paulo, v. 3, p. 159-172, 2013.

SÁNCHEZ, L.E.. **Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

SÃO PAULO (Estado). Decreto nº 20.960, de 8 de junho de 1983. Declara área de proteção ambiental a regiões situadas em diversos municípios, dentre os quais Corumbataí, Botucatu e Tejuapá. **Diário Oficial [do] Estado de São Paulo**, São Paulo, v. 93, n. 107, 1983. Disponível em: <<http://dobuscadireta.imprensaoficial.com.br/default.aspx?DataPublicacao=19830609&Caderno=DOE-I&NumeroPagina=1>>. Acesso em: 10 jun. 2014.

SÃO PAULO (Estado). Conselho Estadual de Recursos Hídricos. **Mapa de Águas Subterrâneas de São Paulo, Escala 1:1.000.000**. São Paulo: DAEE/IG/ IPT/CPRM, 2005. Disponível em: <[http://www.dae.sp.gov.br/acervoepesquisa/mapasub/MAPA\\_AS.pdf](http://www.dae.sp.gov.br/acervoepesquisa/mapasub/MAPA_AS.pdf)>. Acesso em 26 jul. 2014.

SÃO PAULO (Estado). Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Decisão de Diretoria nº 011/2010/P, de 15 de janeiro de 2010. Dispõe sobre a aprovação do Procedimento para licenciamento de micro empreendimentos minerários. **Diário Oficial do Estado**, Poder Executivo, São Paulo, Sessão 1, n. 120 (10), p. 46, 15 jan. 2010. Disponível em: <[http://licenciamento.cetesb.sp.gov.br/unificado/roteiros/mineracao/DD%20011\\_2010\\_P.pdf](http://licenciamento.cetesb.sp.gov.br/unificado/roteiros/mineracao/DD%20011_2010_P.pdf)>. Acesso em: 04 dez. 2014.

SÃO PAULO (Estado). Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Decisão de Diretoria nº 025/2014/C/I, de 29 janeiro de 2014. **Diário Oficial [do] Estado de São Paulo**, São Paulo, n. 124 (20), p. 86 – 87, jan. 2014a. Disponível em <[http://www.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/11/2013/11/DD\\_025\\_2014\\_C\\_I\\_pag\\_86.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/11/2013/11/DD_025_2014_C_I_pag_86.pdf)>. Acesso em: 19 dez. 2014.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Estado do Meio Ambiente. **Resolução SMA Nº 32**, de 03 de abril de 2014. Estabelece as orientações, diretrizes e critérios sobre restauração ecológica no Estado de São Paulo, e dá providências correlatas. **Diário Oficial [do] Estado de São Paulo**, São Paulo, n. 65, sessão 1, p. 36 - 37, 05 abr. 2014b. Disponível em: <[ftp://ftp.saude.sp.gov.br/ftpsessp/bibliote/informe\\_eletronico/2014/iels.abr.14/Iels66/E\\_RS-SMA-32\\_030414.pdf](ftp://ftp.saude.sp.gov.br/ftpsessp/bibliote/informe_eletronico/2014/iels.abr.14/Iels66/E_RS-SMA-32_030414.pdf)>. Acesso em: 19 ago 2014.

SCALCO, J. P.. **Caracterização dos impactos ambientais da indústria oleira e mineração na sub-bacia do Ribeirão Jacutinga – Municípios de Rio Claro e Corumbataí (SP)**. Rio Claro, SP: IGCE/UNESP, 2012. Originalmente apresentada como Dissertação de Mestrado em Geociências e Meio Ambiente, Universidade Estadual Paulista, 2012.

SCALCO, J. P.; FERREIRA, G. C.. Impactos ambientais da mineração de argila para cerâmica vermelha na sub-bacia do Ribeirão Jacutinga - Rio Claro e Corumbataí (SP). **Geociências** (São Paulo. Online), Rio Claro, v. 32, n. 4, p. 760-769, 2013.

SCALCO, J. P.; LEMOS, C. M. G.; FERREIRA, G. C.. Caracterização dos impactos ambientais de longo prazo oriundos da extração de argila em pequenas propriedades. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AVALIAÇÃO DE IMPACTO, 2., 2014, Ouro Preto. **Anais...** Ouro Preto: Associação Brasileira de Avaliação de Impacto, 2014. p. 195-200. PEN-DRIVE.

TRES, D.R.; SANT'ANNA, C.S.; SANDRO BASSO, S.; LANGA, R.; RIBAS JR, U; REIS, A.. Banco e Chuva de Sementes como Indicadores para a Restauração Ecológica de Matas Ciliares. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 1, p. 309-311, jul. 2007.

TRES, D. R.; REIS, A.. Técnicas nucleadoras na restauração de floresta ribeirinha em área de Floresta Ombrófila Mista, Sul do Brasil. **Biotemas** (UFSC), Florianópolis, v. 22, p. 59-71, dez. 2009.

VALENTE, R.O.A. **Análise da Estrutura da Paisagem na Bacia do Rio Corumbataí**. Piracicaba, SP: ESALQ/USP, 2001. Originalmente apresentada como Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, 2001.

YARRANTON, G. A., MORRISON, R. G.. Spatial dynamics of a primary succession: nucleation. **Journal of Ecology**, Sheffield, v. 62, n. 2, p. 417-428, 1974.