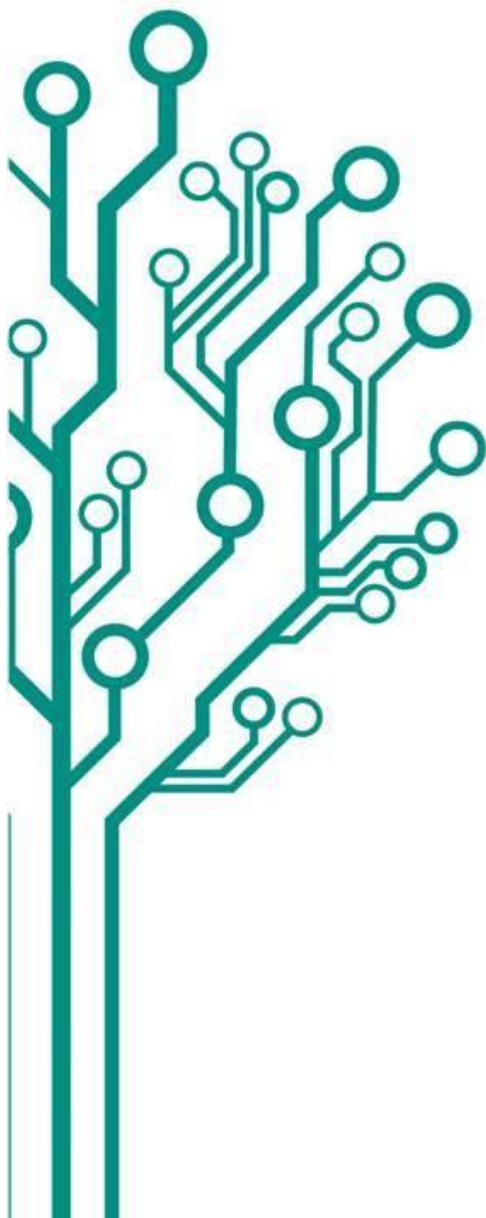


Mestrado Profissional
Uso Sustentável de Recursos Naturais em Regiões Tropicais



**Avaliação da Eficácia de
Métodos de Reflorestamento em
uma Barragem de Rejeito de
Manganês
FLORESTA NACIONAL DE
CARAJÁS/PA**

RAFAEL DE ALMEIDA RIBEIRO

Dissertação apresentada ao Programa de
Mestrado Profissional em Uso Sustentável de
Recursos Naturais em Regiões Tropicais do
Instituto Tecnológico Vale (ITV).

Orientador(a):
Dr: José Oswaldo Siqueira

Belém-PA
2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca do ITV – Belém-PA

R484a

Ribeiro, Rafael de Almeida

Avaliação da Eficácia de Métodos de Reflorestamento em uma Barragem de Rejeito de Manganês - FLORESTA NACIONAL DE CARAJÁS-PA / Rafael de Almeida Ribeiro -- Belém-PA, 2015.

82 f.: il.

Dissertação (mestrado) -- Instituto Tecnológico Vale, 2015.

Orientador(a): Prof. José Oswaldo Siqueira

1. Recuperação ecológica – Minas e mineração, 2. Sucessão ecológica, 3. Degradação ambiental. Título.

CDD 23. ed. 333.75158115

RAFAEL DE ALMEIDA RIBEIRO

**AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DE MÉTODOS DE REFLORESTAMENTO EM UMA
BARRAGEM DE REJEITO DE MANGANÊS
FLORESTA NACIONAL DE CARAJÁS/PA**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais e Desenvolvimento Sustentável do Programa de Mestrado Profissional em Uso Sustentável de Recursos Naturais em Regiões Tropicais do Instituto Tecnológico Vale (ITV).

Data da aprovação:

Banca examinadora:

Dr. José Oswaldo Siqueira

Orientador – Instituto Tecnológico Vale de Desenvolvimento Sustentável (ITV - DS)

Dr. Antonio Eduardo Furtini Neto

Membro interno - Instituto Tecnológico Vale de Desenvolvimento Sustentável (ITV - DS)

Dr. Rafael de Paiva Salomão

Membro externo – Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG)

DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho aos meus filhos
Lucas e Rafaela Ribeiro, que são a
certeza de minha continuidade neste
mundo.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao Grande Arquiteto do Universo, que é Deus, pela forma que desenhou meu destino e por me dar uma vida feliz.

A minha família, meu alicerce, especialmente a minha mãe, Dona Jorgina Hélia, por ser um exemplo de progresso por meio do trabalho duro, pelo amor e carinho que dedicou aos filhos, nos tornando pessoas melhores.

Ao José Oswaldo Siqueira, por aceitar ser meu orientador e pelas valiosas contribuições que direcionaram este trabalho.

A Marlene Costa, pelo apoio e contribuição para a realização dos trabalhos de campo e fornecimento de dados que subsidiaram alguns pontos abordados.

Ao mestre e amigo Samir Rolim, por compartilhar seus conhecimentos em levantamentos florísticos, fitossociológicos e inventário florestal e, com isso, despertar meu interesse por esta área logo no início de minha vida profissional.

Ao Delmo Fonseca da Silva, pela fundamental ajuda no trabalho de identificação botânica e por sua amizade.

Ao geólogo e poeta (não necessariamente nesta ordem) Carlos Augusto Medeiros – Cacá, pelas contribuições geológicas nas análises do substrato.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho, em especial a Dra. Elzane F. L. Silva e Marco Pamplona.

RESUMO

Iniciar um processo de sucessão florestal a partir de uma área degradada, sem quaisquer componentes facilitadores de tais processos, de forma que esta apresente, ao longo dos anos, a composição florestal mais semelhante possível ao que era antes da intervenção provocada pela atividade de mineração, parece ser improvável, se não impossível. O objetivo deste trabalho é avaliar dois modelos tradicionais de reabilitação de áreas degradadas utilizados em uma mesma área, lado a lado. As técnicas avaliadas foram implantadas em dezembro de 2000, no Complexo Minerador de Carajás/PA, em um dos diques da barragem de rejeito da Mina de Manganês do Azul, Barragem do Kalunga, o qual chegou ao final de sua vida útil e foi disponibilizado à área ambiental para sua recuperação. O experimento foi realizado em uma área de 6ha, onde em 3ha foram plantadas mudas diretamente sobre o rejeito de manganês e, nos outros 3ha, foram acrescentados 30cm de solo orgânico das frentes de supressão vegetal com serrapilheira e galhadas em 6 parcelas (ilhas) de 2500m² (50mX50m). Foi avaliado o desenvolvimento da cobertura vegetal nestas áreas, 14 anos após a implantação, assim como a diversidade de espécies vegetais encontradas, sua riqueza e estrutura vertical e horizontal. Os resultados obtidos foram comparados aos de uma área testemunho de floresta primária, localizada em situações semelhantes de topografia e clima, no interior da Mina de Manganês do Azul. Foram avaliadas também as características gerais do substrato (solo) formado em cada tratamento. O resultado encontrado, principalmente no tratamento com ilhas de solo, foi a evidência de processos eficientes no que se refere à restauração ecológica de um ambiente muito degradado, onde pode-se observar a restituição da diversidade e dinâmica entre as espécies, promovendo-se a sucessão florestal de uma área a um estado florestal de uma área com trajetória promissora.

Palavras-chave: Recuperação ecológica–Minas e mineração, Sucessão ecológica, Degradação ambiental.

ABSTRACT

Start a process of forest succession from a degraded area without any facilitator components of such processes, so that it presents, over the years, the most similar as possible to that forest composition before the intervention was caused by the mining activity, seems to be unlikely, if not impossible. The objective of this study is to evaluate two traditional models of rehabilitation used in the same area, side by side. The techniques evaluated were implemented in December 2000, in the Carajás Complex Miner / Pará State - Brazil, in one of the tailings dam embankments of the "Azul" Manganese Mine, Kalunga Dam, which reached the end of its useful life and was made available to environmental area for recovery. The experiment was conducted in an area of 6ha, where the 3ha were directly seedlings planted on the waste of manganese and in the other 3ha, 30cm of topsoil were added of vegetation removal fronts with litter and antlers in 6 installments (islands) of 2500m² (50mX50m). Was evaluated the development of vegetation cover in these areas, 14 years after implantation, as well as the diversity of species, their wealth and vertical and horizontal structure. The results were compared to a primary forest testimony area, located in similar topography and climate conditions within the Manganese Mine (Mina de Manganês do Azul). It also assessed the general characteristics of the substrate (soil) formed in each treatment. The results, especially in the treatment of soil islands, was evidence of efficient processes with regard to ecological restoration of a very degraded environment, where one can observe the return of the diversity and dynamics between species, is promoting the forest succession from one area to a state of a forest area with promising progress.

Keywords: Ecological recovery – Mines and minning, Ecological Succession, Environmental degradation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização da área de estudo, Mina de Manganês do Azul, Parauapebas (PA).	16
Figura 2. Localização dos tratamentos que serão avaliados e áreas de testemunho.....	17
Figura 3. Início dos plantios no final de 2000. Plantio de mudas direto no rejeito.	18
Figura 4. Um ano após a implantação do experimento. Avaliação do crescimento silvicultural e da sobrevivência das mudas.	19
Figura 5. Após 5 anos de plantio (2005). O tratamento com mudas apresentou deficiência na cobertura e sombreamento do rejeito.	19
Figura 6. Com a falta de sombreamento houve a colonização por espécies herbáceas invasoras. Não apresentando similaridade como o padrão de sucessão secundária da região.	20
Figura 7. Aspecto da área do experimento com plantio de mudas no final de 2013.	20
Figura 8. Montagem do tratamento de ilhas de top soil, no ano de 2000.	21
Figura 9. Espalhamento do solo orgânico, proveniente das frentes de supressão, sobre o rejeito de manganês.	22
Figura 10. Tratamento das ilhas de top soil no ano de 2003. Observa-se uma considerável cobertura do rejeito e a estrutura da vegetação já se assemelha a uma sucessão florestal secundária da região.	22
Figura 11. Tratamento das ilhas de top soil no ano de 2007.	23
Figura 12. Tratamento das ilhas de top soil no ano de 2013, a floresta formada apresenta grande similaridade com as áreas florestais remanescentes.....	23
Figura 13. Mapa de localização dos pontos de retiradas das amostras de solo.	25
Figura 14. Retiradas das amostras de solo da área de plantio de mudas.....	26
Figura 15. Retiradas das amostras de solo nas áreas de ilhas de top-soil.	26
Figura 16. Homogeneização das amostras simples para a retirada da amostra composta e acondicionamento da mesma em saco identificado.	27
Figura 17. Levantamento de espécie isolada em parcela da área de plantio de mudas.	28
Figura 18. Levantamento florístico realizado no tratamento de ilhas de top-soil.....	29
Figura 19. Mapa de localização das parcelas de levantamento florístico.....	30
Figura 20. Densidade de indivíduos nas respectivas classes diamétricas.	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Custos com tratamentos utilizados para RAD.	22
Tabela 2. Resultado das análises químicas do solo referente às amostras dos tratamentos dos experimentos.	34
Tabela 3. Resultado das análises químicas do solo referente às amostras dos tratamentos do experimento.	34
Tabela 4. . Distribuição do número de indivíduos por hectare (N/ha), Área Basal (m ² /ha) e Volume do fustel (m ³ /ha), nas respectivas classes diamétricas. Dados comparativos dos levantamentos florísticos de 2007 e 2014.	36
Tabela 5. Composição florística do levantamento realizado em 2014.	39
Tabela 6. Valores de Densidade absoluta e relativa (N% e N/ha), Dominância absoluta e relativa (ab% e m ² /ha), e Valor de Cobertura Absoluto (VC) para as espécies levantadas na área de estudo.	41
Tabela 7. Estimativas de volume de madeira e galhada (m ³ /ha) por classe de diâmetro comercial e não comercial.	42

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

CAP – Circunferência a Altura do Peito

DAP – Diâmetro a Altura do Peito

DMT – Distância Média de Transporte

DS – Desenvolvimento Sustentável

FLONA – Floresta Nacional

ITV – Instituto Tecnológico Vale

MOS – Matéria Orgânica do Solo

PRAD – Plano de Recuperação de Áreas Degradadas

RAD – Recuperação de Áreas Degradadas

UFLA – Universidade Federal de Lavras

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 Objetivos	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO E FUNDAMENTAÇÃO CIENTÍFICA	15
2.1 Impactos da mineração:	15
2.2 Recuperação de áreas degradadas	16
2.2.1 Custos com Recuperação de Áreas Degradadas	20
2.3 Fatores de solo que interferem na RAD	12
2.4 Levantamento florístico e fitossociológico	13
2.5 Sucessão ecológica/florestal	15
3 MATERIAL E MÉTODOS	16
3.1 Caracterização da área de estudo	16
3.2 Levantamentos de campo	24
3.3.1 Amostragem de solo	24
3.3.2 Inventário florístico	28
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
4.1 Resultado da análise química de solo	34
4.4 Resultado do levantamento Florístico	36
4.4.1 Distribuição Diamétrica	36
4.4.2 Composição Florística	39
4.4.3 Estrutura Horizontal	41
4.4.3 Volume de Madeira e Galhadas	42
5 CONCLUSÃO	43
REFERÊNCIAS	44
ANEXOS	49

1 INTRODUÇÃO

Áreas em processo de mineração impactam não somente o ambiente onde a cava da mina é construída, também alteram os arredores pelo acúmulo de rejeitos e as áreas destinadas ao escoamento de produtos intermediários e finais. Estas áreas que sofrem degradação ambiental necessitam de reabilitação¹ para novamente fornecerem os serviços ecossistêmicos outrora prestados. A recuperação² ambiental passa essencialmente pela revegetação³ de áreas degradadas, a qual pode ocorrer de forma natural sem a interferência antrópica, no entanto, este processo pode ser lento ou não ocorrer, acentuando a degradação quando os substratos remanescentes (nem sempre estruturados) permanecem expostos. Atualmente os processos de revegetação são realizados por meio do plantio de espécies nativas, o que é exigido pelos órgãos ambientais, e auxiliam na conservação da flora através da identificação e estudo destas espécies. A complexidade dos trabalhos de recuperação/reabilitação de áreas degradadas – RAD advém desde a seleção das espécies a serem usadas em determinado local aos tratos culturais que favorecerão seu crescimento em detrimento de espécies invasoras. Monitorar a evolução da colonização nestas áreas é fundamental para controle e validação dos procedimentos adotados e poderá determinar o sucesso da recuperação.

Dado à dinâmica da atividade mineradora, muitos experimentos de reabilitação são perdidos devido à necessidade do avanço das pilhas ou da frente de lavra. Há também a questão da constante necessidade de reabilitar novas áreas, o que dificulta o planejamento da atividade de monitoramento dos trabalhos de recuperação por parte das equipes de meio ambiente. É possível observar experimentos com anos de implantação os quais não possuem nenhum trabalho posterior de levantamento florístico ou fitossociológico com o intuito de consagrar as técnicas de recuperação utilizadas. Na maioria das vezes, após algum período, essas áreas precisam ser modificadas para atender o planejamento da mina e todos os dados se perdem.

Todavia, pelo período em que a vegetação se estabilizou nas áreas recuperadas, pode-se afirmar que esta desempenhou seu papel referente à proteção

¹ Processo que visa restabelecer a produtividade, os processos ecológicos e parte da biodiversidade em locais onde o dano ambiental torna-se irreversível se não houver intervenção antrópica efetiva.

² Restabelecimento da produtividade dos processos ecológicos no local degradado, mas não necessariamente da biodiversidade original.

³ Processo de reflorestamento de áreas degradadas, não necessariamente com a utilização exclusiva de espécies arbóreas.

do solo e drenagens, inclusive a preservação de espécies da fauna e flora. Além do mais, ao se suprimir uma área revegetada, evita-se a supressão de áreas primárias de floresta nativa.

O trabalho desenvolvido refere-se à avaliação de um experimento implantado no final de 2000 na Barragem de rejeito do Kalunga, Mina de Manganês do Azul. Esta avaliação é de suma importância, tanto para a Vale quanto para o meio científico, pois visa a comprovação da eficiência do uso de diferentes técnicas de recomposição ecológica em áreas muito degradadas as quais apresentam fatores que dificultam o desenvolvimento vegetal de forma satisfatória.

A avaliação do experimento 14 anos após sua implantação permite um estudo detalhado de vários fatores importantes para o estabelecimento de processos para o desenvolvimento da vegetação à longo prazo, dentre eles a qualidade do substrato formado e a fitossociologia das espécies vegetais encontradas, fatores estes que podem determinar o sucesso ou o fracasso do trabalho de RAD implantado.

1.1 Objetivos

Analisar a evolução dos processos de restauração ambiental⁴ das áreas degradadas por meio da comparação dos resultados de amostras de solo e do desenvolvimento da vegetação com áreas de floresta nativa.

Objetivos específicos:

- a) Analisar a cobertura vegetal por meio de levantamento florístico e fitossociológico da vegetação encontrada na área dos tratamentos.
- b) Analisar a composição física e química dos substratos das áreas em recuperação e controle (floresta primária).

1.2 Problema e hipótese

É comum que na atividade de mineração sejam produzidos rejeitos que são subprodutos do processo de beneficiamento do minério e os quais, após sua disposição em barragens, resultam na formação de substratos que muitas vezes

⁴ Retorno às condições originais preexistentes de ambientes perturbados, buscando-se restabelecer funções ecossistêmicas e processos, onde também são almejadas a estrutura (horizontal e vertical) e a diversidade (riqueza: número de espécies e abundância: número de indivíduos da espécie) na nova floresta em restauração.

dificultam o desenvolvimento vegetal. As composições destes substratos variam, gerando um mosaico de substratos com diferentes características e, portanto, diferentes tipos de restrição ao crescimento da vegetação principalmente por atributos químicos ou físicos existentes.

Diversas metodologias de RAD podem ser utilizadas para a reabilitação ambiental destas áreas. O sucesso de cada uma é variável, ou seja, umas podem ser mais eficientes que outras em determinadas áreas dependendo das características físico-químicas de cada substrato, drenagem do terreno, facilidade de estabelecimento de processos erosivos, tempo necessário para o recobrimento do solo e o orçamento disponível para a implantação do trabalho.

Monitorar a evolução dos trabalhos de RAD é fundamental para o registro do desenvolvimento das espécies vegetais e para a correção de eventuais problemas que possam ocorrer como aparecimento de doenças, ataque de formigas cortadeiras e outros insetos, estabelecimento de processos erosivos, etc.

Acredita-se que pela análise dos dados de levantamentos florísticos e fitossociológicos, juntamente com a análise do substrato formado, é possível fornecer subsídios que evidenciem o sucesso dos trabalhos de RAD implantados.

A hipótese é que as técnicas de plantio de mudas e utilização de ilhas de solo, adotadas para este trabalho, tornaram possível o desenvolvimento vegetal, provocando um processo de sucessão florestal ao longo prazo o qual recuperou as características de fertilidade de solo, retornando características ecológicas que eram pré-existentes em uma área degradada pela atividade mineradora.

2 REFERENCIAL TEÓRICO E FUNDAMENTAÇÃO CIENTÍFICA

2.1 Impactos da mineração:

A mineração define-se como um complexo de atividades necessárias à extração econômica de bens minerais da crosta terrestre, provocando transformações no meio ambiente. A lavra constitui-se no conjunto de atividades coordenadas que extraem um bem mineral, objetivando o seu aproveitamento industrial ou uso direto (Chammas, 1989). Por ser um dos setores básicos da economia do país, a mineração contribui diretamente para o bem estar e a melhoria da qualidade de vida da população, sendo fundamental para o desenvolvimento da sociedade, desde que seja operada de forma sócio-ambiental responsável e adotando os conceitos do desenvolvimento sustentável, o que proporciona a manutenção do meio ambiente adequado para as gerações futuras.

Os principais impactos ambientais decorrentes da atividade de mineração são: desmatamento, alteração qualitativa e no regime hidrológico dos cursos d'água, desencadeamento de processos erosivos, perda da diversidade de espécies de fauna e flora, geração de resíduos inerentes à atividade, etc. Observa-se que as operações necessárias para a realização das atividades de mineração acarretam alterações significativas no ambiente, as quais, dependendo de sua importância, podem constituir impactos ambientais negativos. Os principais processos de alteração no meio físico, biológico e antrópico, passíveis de alteração negativa são originadas, pelas operações, nas fases de instalação e funcionamento da mineração (AMORIM, 2007).

O resíduo mineral produzido a atividade de lavra é chamado de **estéril** o qual é proveniente do decapeamento da cava da mina, não possuem valor econômico e são dispostos em pilhas com bancadas de até 15 metros de altura. Já nos processos de beneficiamento, os quais têm por objetivo de padronizar o tamanho do produto, remover minerais associados que não possuam valor econômico e aumentar a qualidade, pureza ou teor do produto final do minério lavrado, temos a geração de resíduos sólidos e líquidos denominados **rejeitos** que geralmente são dispostos em barragens, visando à sedimentação deste material de forma que não sejam lançados diretamente no ambiente.

Rejeito de mineração é todo o material resultante de processos químicos e físicos envolvidos na extração dos metais. O tamanho das partículas de rejeito se encontra tipicamente na faixa de partículas de areias finas e siltes. As características químicas dos rejeitos variam de acordo com o mineral de interesse e as substâncias químicas envolvidas no processo de extração dos metais (ARAUJO, 2008). Nos sistemas de disposição de rejeitos por meio de barragens, existem poucas alternativas de construção quando comparadas com as barragens tradicionais de acumulação de água, devido principalmente à viabilidade técnica-econômica das operações existentes no setor mineral. Durante o processo de beneficiamento de minérios, os rejeitos são produzidos na forma de polpa, cujo meio de transporte mais viável e econômico é por via hidráulica (ESPÓSITO, 2000).

A disposição dos rejeitos tem tornado um grande problema ambiental das atividades de mineração em função da exploração crescente de jazidas de baixos teores, tendo como consequência o aumento do volume de rejeitos gerados e a exigências de áreas maiores para sua deposição. Convém ressaltar, que fora o impacto visual na paisagem, com a destinação dos resíduos gerados pela mineração, o principal efeito ecológico normalmente é a poluição das águas (ARAUJO, 2008).

2.2 Recuperação de áreas degradadas

Uma área degradada é aquela que perdeu a capacidade de se regenerar rapidamente. Isto ocorre quando há deficiências no banco e chuva de sementes e/ou nos vetores de polinização e dispersão. As causas de degradação podem ser decorrentes de retirada de solo, fogo, supressão da vegetação, invasão biológica, caça e extrativismo ou isolamento devido à fragmentação. Quanto maiores os níveis de degradação, mais estes fatores inibem ou chegam a impedir a sucessão (REIS, ADEMIR et al., 2006).

Várias metodologias de recuperação de áreas degradadas foram adotadas ao longo do tempo, as quais foram concebidas a partir de concepções distintas de processos ecológicos. Inicialmente desenvolveu-se modelos extremamente produtivistas, com aspectos predominantemente quantitativos e com a finalidade de produzir biomassa vegetal. A visão dendrológica foi reforçada pela incorporação da fase arbórea, pulando todas as demais fases iniciais da sucessão florestal. Foi dada

importância unicamente à estrutura da floresta em detrimento dos processos dinâmicos naturais. Um modelo posterior avançou para uma visão de conservação, primando por valorizar a diversidade vegetal. A diversidade foi vista como uma meta a ser alcançada em curto prazo através do uso de modelos quantitativos e de caráter estrutural da floresta, onde a riqueza e densidade foram os dois parâmetros fundamentais a serem mensurados (REIS, ADEMIR et al. – 2006).

A metodologia da utilização de serrapilheira e *top soil* é um exemplo de método que permite a conservação da biodiversidade visando à conservação da biofuncionalidade e resgate de interações entre diversos organismos do sistema. Este método não se baseia em modelos determinísticos, mas sim na possibilidade de aumentar as probabilidades da sucessão florestal e de abrir espaço para fenômenos eventuais, uma vez que ao retirar os primeiros 20 centímetros de solo para transplantá-lo em outro lugar leva-se junto toda a carga genética existente naquele solo, incluindo propágulos de espécies vegetais diversas, microrganismos do solo e substrato suficiente para iniciar todo um processo de revegetação sem muita interferência humana.

Modelos de recuperação de áreas degradadas, por muito tempo, foram baseados em um modelo produtivo cartesiano o qual não considerava as inúmeras relações entre plantas, solo, e organismos (micro e macro). A recuperação de florestas tropicais, como método científico, é datada do final da década de setenta, quando era usado o modelo de plantio ao acaso de árvores (NOGUEIRA, 1977; KAGEYAMA, CASTRO, 1989 apud BECHARA, 2006). O Paradigma Clássico, chamado, convenientemente, de Paradigma do Equilíbrio (PICKETT et al., 1992) aparece com evidência no suporte conceitual e nas metodologias utilizadas nestes modelos, que tentavam reproduzir um clímax idealizado de florestas preservadas. O ecossistema a ser alcançado era aquele mais próximo possível deste modelo ideal da natureza fixa e imutável. Em função disso, metodologias para recuperação de áreas degradadas foram baseadas, preferencialmente, em plantio de espécies, com um número determinado de indivíduos, tentando alcançar uma condição clímax o mais rapidamente possível. Todos os processos poderiam ser controlados através da introdução (mudas) ou eliminação (ex. formigas, limpeza do sub-bosque) de algum componente que desregulava este sistema ideal. Neste contexto, as interações entre os ecossistemas não são consideradas.

A partir de 1980, diversos projetos de restauração foram iniciados, buscando reproduzir um sistema ideal (determinístico). Modelos que consideravam o plantio misto de árvores segundo diferentes graus de sombreamento proporcionado por espécies iniciais (pioneiras e secundárias iniciais) e tardias (secundárias tardias e climáticas) caracterizaram-se pela grande produtividade em biomassa, expressa pelo diâmetro e altura dos indivíduos plantados (KAGEYAMA et al., 1990; RODRIGUES et al., 1992 apud BECHARA, 2006). Monitoramentos realizados em áreas restauradas através de plantio convencional de mudas, mostram que tais iniciativas podem não garantir a auto-sustentabilidade do sistema (DAMASCENO, 2005; SOUZA & BATISTA, 2004). Os resultados destas pesquisas confirmaram que, as espécies regenerantes foram exatamente as mesmas das espécies plantadas originalmente, ou seja, não foi possível o aparecimento de novas espécies e com isso estabelecer um processo de sucessão florestal. Os espaços de regeneração foram limitados à ocupação das mesmas espécies introduzidas pelo modelo tradicional. Outros resultados mostraram que, este tipo de trabalho não garante a restauração da diversidade e funcionalidade ecológica destas áreas, uma vez que geraram plantações de árvores em “monocultura” com grande desenvolvimento de DAP e altura, porém com baixa diversidade de formas de vida, baixa variabilidade florística, baixa regeneração e ausência de espécies epífitas (SOUZA & BATISTA, 2004).

Em paisagens com poucos remanescentes florestais, os fragmentos adjacentes às áreas degradadas são a melhor fonte de propágulos para a regeneração, representando núcleos históricos dos fluxos naturais. Nestas áreas, em função do mosaico produzido pela paisagem ser bastante heterogêneo, uma complexidade de condições naturais poderá ser potencializada, através da incorporação desses núcleos históricos nas áreas a serem restauradas. Entretanto, é necessário um prévio diagnóstico do potencial de resiliência destas áreas, visando fornecer indicativos que serão determinantes para a tomada de decisões sobre as ações mais apropriadas na restauração ecológica. Sendo assim, a avaliação do banco e da chuva de sementes, bem como o monitoramento da regeneração natural permite inferir potenciais diferenciados de resiliência de uma comunidade, em função das características históricas e atuais. Todos esses mecanismos de regeneração são importantes para a colonização vegetal e início do processo de sucessão secundária (REIS, ADEMIR et al. – 2006).

A transposição de solo com toda a sua micro, meso e macro fauna/flora (sementes, propágulos, micro-organismos, fungos, bactérias, minhocas, algas, etc.), é uma forma direta de formar núcleos em áreas degradadas (VIEIRA, 2004). Com o uso desta técnica são resgatados, além do banco de sementes, a biota de solo e a serrapilheira dos fragmentos de vegetação regionais para a área em restauração, precipitando o desenvolvimento de diversas formas de vida vegetal e animal no local (VIEIRA, 2004; BECHARA, 2006; TRES, 2006). Resíduos florestais, lenha ou qualquer outro material orgânico inserido em núcleos nas áreas degradadas constituem abrigos artificiais para a fauna (lacertílios, anuros, etc.). Também restituem a biota e fertilidade do solo. Além disso, servem de alimento a decompositores (coleópteros, térmitas, etc.) que, por sua vez, atraem consumidores (aves, roedores, etc.) que, por conseguinte, atraem predadores maiores tais como ofídios.

A grande quantidade de espécies herbáceo-arbustivas pioneiras introduzidas pelo uso de *top soil* e serrapilheira, rapidamente prolifera-se por toda a área, atraindo fauna polinizadora e dispersora de sementes e entra em senescência precocemente, preparando o ambiente para as seres subsequentes. Por serem pequenas as porções de solo retiradas de modo esparsos dos remanescentes conservados, os locais com solo removido são rapidamente cicatrizados. Além disso, a extração das porções superficiais sugere uma ativação do banco de sementes destes locais (Bechara, 2006).

Existem alguns exemplos de trabalhos de RAD em áreas isentas de populações, como na reabilitação de lagos de rejeito alcalino de bauxita do Consórcio de Alumínio do Maranhão (Alumar), onde em 2000, no intuito de recuperar lagoas de rejeitos com substrato de alto pH, elevada concentração de sódio e baixos níveis de nutrientes utilizou-se espécies de leguminosas associadas a bactérias fixadoras de nitrogênio e fungos micorrizicos, tolerantes aos níveis de salinidade e alcalinidade do rejeito. Foi utilizada uma cobertura de cinzas do carvão mineral da base energética da Alumar, lodo de uma cervejaria próxima às áreas operacionais, além de cama de aviário e gesso. Após seis anos da implantação deste experimento foi possível obter a cobertura total do solo, e após oito anos notou-se o surgimento de espécies nativas (EMBRAPA INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA, 2010). Outro exemplo foi referente aos trabalhos realizados no Lago do Batata, o qual recebia a argila do beneficiamento da bauxita produzida pela

Mineração Rio do Norte – MRN em Porto de Trombetas/PA. Os trabalhos de RAD começaram em 1986 e seguraram até 1993, onde foram utilizados diversos experimentos envolvendo o uso de plantas aquáticas e anfíbias e espécies arbóreas de igapó com a inserção de insumos como casca de madeira e gramíneas trituradas, adubação química, serragem, etc. O resultado foi a estabilização da área após 5 anos da implantação do experimento, onde as espécies de igapó estão desenvolvendo-se no ambiente (Instituto de Biologia – UFRJ, 2000).

Todavia, recentemente devido a mudanças na legislação ambiental para os diversos biomas brasileiros, houve a inclusão da obrigatoriedade de utilização de espécies nativas e a proibição de utilização de espécies exóticas, dada a preocupação com a introdução de espécies que pudessem se tornar invasoras. Com isso há uma carência de estudos que comprovem a eficácia na utilização de espécies regionais, ou quis espécies ou modelos mais indicados para trabalhos com RAD. A existência de especificidade podera trazer dificuldades para estes processos, uma vez que os ambientes são heterogêneos e as espécies variam entre as áreas, como MG e PA, assim como existiria variação nos custos de implantação destes experimentos, o que exigiria o aumento da eficiência dos trabalhos, e estes vêm da necessidades de mais estudos nesta área específica.

2.2.1 Custos com Recuperação de Áreas Degradadas

Os custos com cada metodologia de trabalho precisam ser bem analisados, pois a diferença entre os custos dos tratamentos pode ser bastante significativa, sendo estes fundamentais para determinar qual(is) tratamento(s) deverá(ão) ser utilizado(s) para cada situação de campo e também ao orçamento destinado à estes trabalhos. Algumas vezes os custos envolvidos com RAD podem ser tão altos que inviabilizariam a implantação de um projeto, caso esses fossem considerados para a implantação, o que quase nunca ocorre. Apenas a partir dos últimos 20 anos, devido a divulgação do agravamento dos diversos problemas ambientais do planeta (mudanças climáticas, gestão de resíduos, disponibilidade hídrica, etc), o fator ambiental tem sido considerado na implantação de grandes empreendimentos, dada a mudança na legislação ambiental dos países e a pressão da sociedade, a qual têm cobrado responsabilidade e sustentabilidade sócio-ambiental dos projetos.

Apesar da importância deste tema, hoje há uma dificuldade muito grande em se obter os dados de custo de projetos de RAD já implantados assim como de estimar os custos de implantação de um novo projeto, pois não existem tecnologias precisas desenvolvidas para cada região e para atender a cada realidade de campo encontrada, além do mais a necessidade de utilização de espécies nativas pode acentuar substancialmente esses custos. Para os trabalhos desenvolvidos por grandes empresas há de se considerar ainda os preços cobrados pelas empresas terceirizadas que são os executores dos serviços de RAD, preços estes que têm como componente uma boa margem de lucro para que a execução deste tipo de trabalho seja economicamente atraente. A tabela apresentada a seguir (tabela 1) foi obtida pela compilação dos dados de um levantamento realizado pela Vale S.A. - Diretoria de Ferrosos Norte – Gerência de Meio Ambiente, no ano de 2014, para custos de RAD utilizando-se plantio de mudas, transporte de solo das frentes de supressão e utilização de caminhão com hidrossemeadura, para a realidade das minas de Carajás/PA. As tabelas originais do levantamento de custos estão disponíveis no ANEXO 1 deste trabalho.

Tabela 1. Custos com tratamentos utilizados para RAD (em Reais – R\$).

Tipo de Tratamento	Custo específico do tipo de tratamento	Correção de solo (pré e pós implantação)	Sementes (comerciais e nativas)	Biomanta	Hidrossemeador	Controle de formigas	Transporte de <i>top soil</i>	Carregamento e espalhamento de <i>top soil</i>	TOTAL (R\$/ha)
Revegetação em talude de aterro - Plantio Manual	5.700,00	12.250,64	7.326,43	N/A	N/A	900,00	N/A	N/A	26.177,07
Revegetação em talude de aterro - Plantio Manual com aplicação de Biomanta	5.700,00	11.875,64	7.326,43	39.200,00	N/A	900,00	N/A	N/A	65.002,07
Revegetação em talude de aterro - Plantio Mecanizado com Hidrossemeador	3.264,41	10.534,64	9.752,86	N/A	7.900,00	900,00	N/A	N/A	32.351,91
Revegetação em talude de corte - Plantio Manual	5.700,00	7.975,64	7.326,43	N/A	N/A	900,00	N/A	N/A	21.902,07
Revegetação em talude de corte - Plantio Manual com aplicação de Biomanta	5.700,00	7.975,64	7.326,43	39.200,00	N/A	900,00	N/A	N/A	61.102,07
Revegetação em talude de corte - Plantio Mecanizado com Hidrossemeador	3.264,41	6.259,64	9.752,86	N/A	7.900,00	900,00	N/A	N/A	28.076,91
Revegetação com Plantio de Mudas - Talude de aterro e áreas planas	5.566,11	5.084,63	N/A	N/A	N/A	900,00	N/A	N/A	11.550,74
Revegetação com uso de <i>top soil</i>	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	19.540,00	75.160,00	94.700,00

Os dados apresentados na tabela 1 apontam os custos atualizados de diversos tratamentos de RAD utilizados na mineração, inclusive os dois tratamentos avaliados por este trabalho (plantio de mudas e utilização de *top soil*). Nota-se que o custo para a utilização de *top soil* é 8,2 vezes superior ao do plantio convencional com mudas. Portanto é fundamental que seja avaliada caso a caso qual melhor metodologia a ser implantada, também deve se avaliar o planejamento futuro da área a ser revegetada, para que não seja realizado um trabalho oneroso de RAD e pouco tempo depois a área precise sofrer alguma intervenção principalmente envolvendo a supressão da vegetação para atender ao planejamento da área operacional.

2.3 Fatores de solo que interferem na RAD

A matéria orgânica do solo (MOS) é considerada um dos principais parâmetros na avaliação da qualidade do solo (DORAN & PARKIN, 1994). Além de conter grandes quantidades de carbono, nutrientes e energia, o conjunto “serrapilheira-solo” faz a comunicação entre o solo e a vegetação, constituindo um *habitat* onde existe abundante fauna e comunidade microbiana heterotrófica. O estoque de serrapilheira é regulado pela quantidade de material que cai e pela sua decomposição na superfície do solo (MOREIRA & SIQUEIRA, 2006).

Por exercer efeitos diretos e indiretos sobre as características do solo (físicas, químicas e biológicas) e sobre as plantas, a MOS é crucial para a produtividade dos solos, constituindo-se no alicerce da sustentabilidade. Entretanto, a relação entre o teor de MOS e a produtividade nem sempre é direta e linear, mas na maioria das vezes, pode-se afirmar que quanto maior o teor de MOS, melhor é o solo (MOREIRA & SIQUEIRA, 2006).

O manganês (Mn) está presente nos solos ácidos com baixa saturação por bases e junto com o alumínio é capaz de limitar o crescimento das plantas. O manganês é um micronutriente essencial, sendo que o solo ácido, com pH ao redor de 5, favorece o acúmulo de concentrações de manganês que se tornam tóxicas. Os tecidos vegetais apresentam elevadas quantidades deste nutriente quando os níveis de Mn trocável e solúvel encontram-se em quantidades excessivas no solo (Monte Braga, G. Ney - [//agronomiacomgismonti.blogspot.com.br/2011/06/toxidez-de-manganes-nas-plantas.html](http://agronomiacomgismonti.blogspot.com.br/2011/06/toxidez-de-manganes-nas-plantas.html)).

A parte aérea da planta é a mais afetada pela toxidez de manganês do que as raízes. As plantas absorvem e transportam o Mn em grandes quantidades acumulando-o nas folhas. Os danos de toxidez nas raízes somente aparecem depois que a parte aérea foi danificada. A toxidez de manganês é corrigida pela aplicação de calcário, pois ao aumentar o pH, o excesso de Mn disponível é precipitado e com isto reduz-se a absorção pela planta. Foy et al (1978) verificaram que o excesso de manganês na solução do solo proporciona reduções nas quantidades absorvidas de cálcio, ferro e magnésio pelas plantas. As fontes de Mn orgânicas são melhores que as fontes inorgânicas. Como o Mn tem grande afinidade pelo Fe, chegando a substituí-lo, a preferência deve ser pelos sulfatos ou óxidos em solos com alto teor de Fe. O Mn é absorvido pelas plantas na forma de íon Mn^{2+} .

2.4 Levantamento florístico e fitossociológico

Os estudos fitossociológicos são obtidos por meio de estimativas ou de métodos quantitativos, cujos dados numéricos significativos são alcançados pela contagem das plantas em áreas determinadas, segundo critérios previamente estabelecidos, que permitam comparações com outros estudos. Esses estudos referem-se aos dados analíticos (cobertura, sociabilidade, periodicidade ou estacionalidade) e aos dados sintéticos (frequência, densidade, área basal e índice de valor de importância – parâmetros fitossociológicos) (FERNANDES e BEZERRA, 1990). Um levantamento fitossociológico deve apresentar quantitativa e qualitativamente a composição e estrutura das diferentes associações vegetais que compõem uma determinada comunidade ou formação florestal, apontar as espécies dominantes e características das mesmas além de especificar como se comportam quanto à sua vitalidade e dinamismo. São anotadas as frequências ou o modo como se agrupam as diferentes classes de árvores dentro de cada associação e as causas de comportamento análogos ou diferentes (KLEIN, 1964). A identificação das espécies de uma comunidade e a análise da sua estrutura são fundamentais para o manejo adequado daquela formação florestal (LEITÃO FILHO, 1982).

Os índices de riqueza ou diversidade são indicadores de variedades úteis na análise, podendo ser usados nas decisões de manejo e planos-diretores de arborização. São utilizados os índices de Shanon & Wiener (leva em consideração que as espécies têm abundâncias diferentes) (RACHID, 1999; MENEGUETTI, 2003;

BORTOLETO, 2004). O índice de diversidade de Shannon baseia-se na teoria da informação (LUDWIG & REYNOLDS, 1988) e fornece uma idéia do grau de incerteza em prever, a qual espécie pertenceria um indivíduo retirado aleatoriamente da população. As medidas de diversidade resultantes de índices, podem servir como indicadores do equilíbrio de sistemas ecológicos, funcionando como ferramenta para o manejo ambiental (MAGURRAN, 1988).

Um estudo fitossociológico não é somente conhecer as espécies que compõem a flora, mas também como elas estão arrançadas, sua interdependência, como funcionam, como crescem e como se comportam no fenômeno de sucessão. Desta forma, o estudo da composição florística é de fundamental importância para o conhecimento da estrutura da vegetação, possibilitando informações qualitativas e quantitativas sobre a área em estudo e a tomada de decisões para o melhor manejo de cada tipo de vegetação. Assim sendo, pode-se afirmar que os levantamentos florísticos voltados para a identificação dos espécimes e com informações sobre a distribuição das espécies têm como objetivo subsidiar a conservação de fragmentos remanescentes de área com cobertura vegetal, frente aos crescentes impactos provocados pela ação antrópica. Conhecer a flora e a estrutura comunitária da vegetação natural é importante para o desenvolvimento de modelos de conservação, manejo de áreas remanescentes e recuperação de áreas perturbadas ou degradadas. Os levantamentos da composição florística e da estrutura comunitária geram informações sobre a distribuição geográfica das espécies, sua abundância em diferentes locais e fornecem bases consistentes para a criação de unidades de conservação. Deve-se também registrar que os levantamentos fitossociológicos, constituem-se na coleta e na análise de dados, que permitem definir, para uma dada comunidade florestal, a sua estrutura horizontal (expressa pela abundância ou densidade, frequência e dominância) e sua estrutura vertical (posição sociológica e regeneração natural) e sua estrutura dendrométrica (relativa aos parâmetros dendrométricos, como na distribuição diamétrica e distribuição de volume ou área basal por classe diamétrica). Essas análises estruturais reúnem vários métodos e técnicas, incluindo os de amostragem, estimativas de parâmetros fitossociológicos e dendrométricos e levantamentos florísticos, proporcionando níveis de precisão e de confiança adequados e informações válidas para a tomada de decisões sobre o manejo da vegetação. Ademais, os conhecimentos florístico e fitossociológico das florestas são condições essenciais para sua conservação e que a obtenção e

padronização dos atributos de diferentes ambientes florísticos e fisionômicos, são atividades básicas para a conservação e preservação (CHAVES, ALAN et al. 2013).

2.5 Sucessão ecológica/florestal

A mudança na vegetação através do tempo é um fenômeno observado pelo menos desde Theophrastus, 300 aC e foi amplamente reconhecido por naturalistas como Clemens (1916) que por sua vez cita vários trabalhos como por exemplo King (1685) e Degner (1729) que descrevem o processo de renovação da vegetação em pântanos, brejos e lagos da Irlanda e Holanda (ROLIM, 2006).

A sucessão ecológica pode de ser definida, de forma muito simplificada, como o conjunto de transformações que ocorrem na composição e na estrutura de uma vegetação ao longo do tempo. O desenvolvimento do conceito de sucessão ecológica já conta mais de cem anos, e ao longo desse período diversas formas de coletar dados e interpretar resultados variaram amplamente, à luz de diferentes concepções sobre as comunidades biológicas e sobre a própria ciência. Pouco a pouco se percebeu que no processo de sucessão de uma comunidade não há claramente um início discreto e não ambíguo, nem trajetórias fixas e claramente direcionais e que tão pouco há uma convergência para um dado final previsível e permanente. As discussões recentes têm procurado colocar a sucessão ecológica no âmbito de um fenômeno mais geral, o das mudanças da vegetação (ecology of vegetation change), que se ocupa em estudar as mudanças da vegetação que na realidade podem ocorrer em escalas temporais e espaciais muito diferentes. A multiplicidade de espécies envolvidas, o caráter tropical, subtropical ou temperado das florestas, o estado de degradação dos remanescentes florestais existentes, o desconhecimento do histórico de degradação as áreas, entre outros fatores, são desafios importantes que precisam ser enfrentados. Dotados hoje de um melhor conhecimento sobre a florística e fitossociologia florestal, bem como sobre a fenologia, a germinação, o desenvolvimento, etc. de algumas espécies; estamos hoje mais prontos a dispor de melhores ferramentas para a restauração ecológica de áreas degradadas (Gandolfi, S. – ESALQ/USP – Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil/2007).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área de estudo

A área avaliada localiza-se na barragem do Kalunga, Mina de Manganês do Azul, Floresta Nacional de Carajás, no município de Parauapebas/PA (Fig. 1). A barragem tornou-se operacional nos anos 80 com a finalidade de contenção de rejeitos de manganês (resultante do beneficiamento do minério na Usina da Mina), amortecimento de cheias e fornecimento de água industrial. O reservatório inicial apresentava um volume de $6.900 \times 10^3 \text{ m}^3$ e área da superfície de $1.040 \times 10^3 \text{ m}^2$ ou 104ha.

A capacidade inicialmente prevista para a contenção de rejeitos foi totalmente esgotada em 2000 e um dos diques (dique 3) da barragem foi disponibilizado à área ambiental da Vale para a execução de trabalhos envolvendo a reabilitação de áreas degradadas. Foram realizados dois experimentos distintos nesta mesma área, o primeiro foi o plantio de mudas diretamente no rejeito com adubação na cova e o segundo a utilização de ilhas de *top soil* e serrapilheira retirados diretamente das frentes de supressão para avanço da atividade de lavra (sem o plantio de mudas).

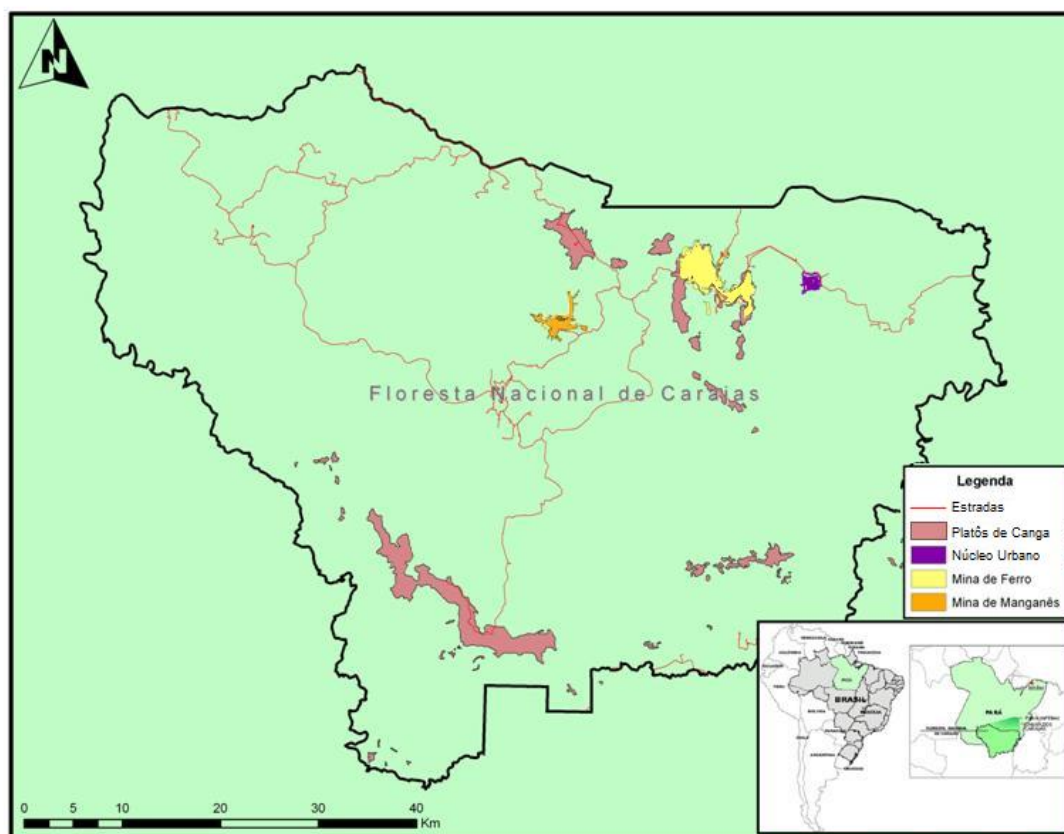


Figura 1. Localização da área de estudo, Mina de Manganês do Azul, Parauapebas (PA).

Esta área permaneceu sem qualquer tipo de monitoramento ambiental (levantamento florístico, adubação, controles de doenças e pragas, etc) no período entre 2002 e 2006. Em 2007 foi realizado um censo florestal em área total e neste avaliou-se o desenvolvimento das espécies utilizadas originalmente assim como as novas espécies que apareceram fruto da sucessão florestal.

Abaixo apresenta-se o mapa de localização dos tratamentos que foram avaliados (Fig 2). Os tratamentos utilizados originalmente consistiram na utilização de 6 ilhas de *topsoil* + serrapilheira (com dimensão de 2500m²) e plantio de mudas diretamente no rejeito com adubação na cova, implantados no final de 2000, no dique 3 da Barragem de Rejeitos do Kalunga. Os dois experimentos foram implantados lado a lado, sendo que a área total do experimento possui 6ha. Foram selecionadas ainda duas áreas de testemunho, uma de floresta primária, onde não houve qualquer intervenção antrópica, e outra de rejeito sem qualquer tratamento, ambas localizadas em áreas próximas ao experimento, no intuito de preservar as semelhanças de clima, relevo, disponibilidade hídrica, etc.

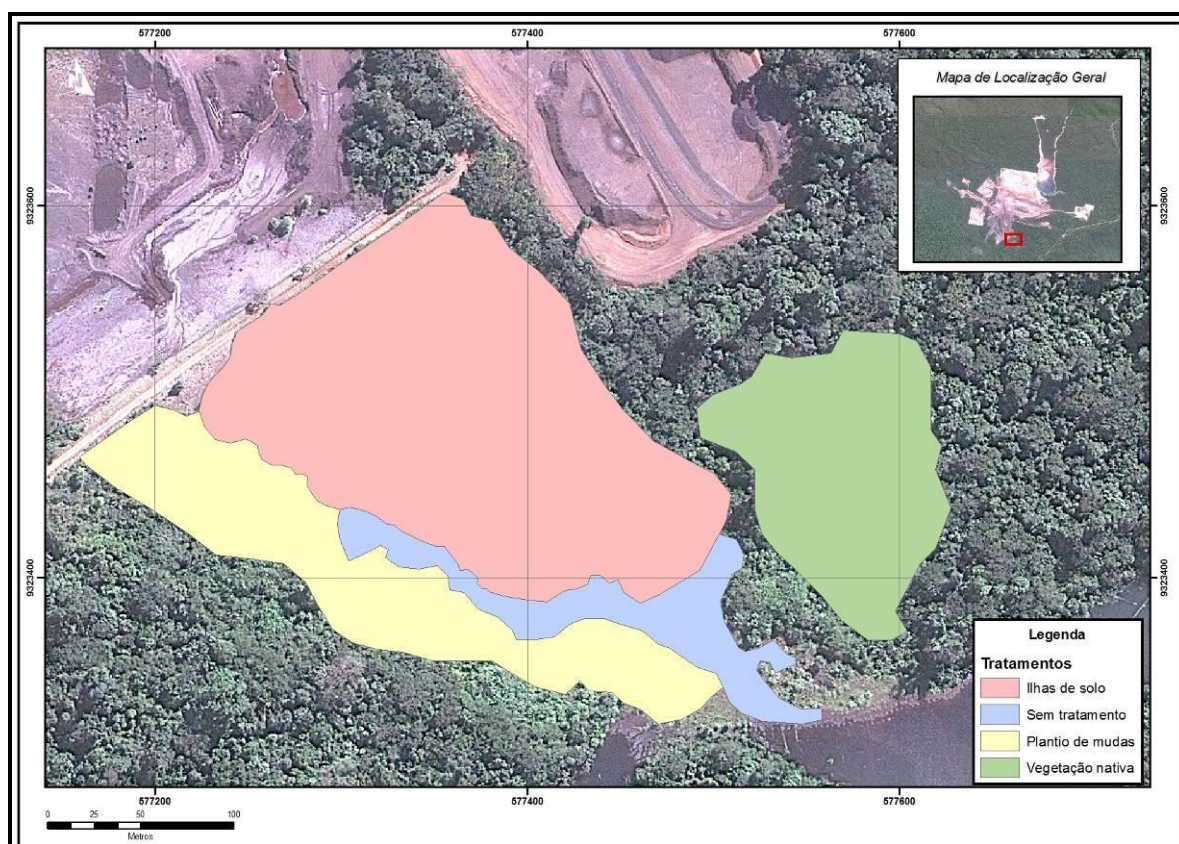


Figura 2. Localização dos tratamentos que serão avaliados e áreas de testemunho.

No contexto geral o substrato existente na área dos tratamentos com mudas e rejeito sem tratamento é composto basicamente por rejeito de manganês oriundo do processo de beneficiamento do minério na Usina. Nas áreas que apresentam solo, este foi retirado das frentes de supressão para avanço da atividade de lavra da mina e disposto sobre o rejeito, formando as ilhas de solo ou “*top soil*”.

A seguir apresenta-se uma sequência cronológica de fotos (Fig 3 a Fig 7) mostrando a área do plantio de mudas na época em que foi implantado o experimento até 13 anos depois do plantio. Ao longo do tempo o crescimento das mudas não foi suficiente para sombrear o rejeito e tampouco houve a formação de uma camada orgânica que permitisse o desenvolvimento de outras espécies que pudessem ser trazidas do entorno. Com isso houve a infestação por uma única espécie de gramínea invasora que dominou completamente a área. Todavia algumas mudas sobreviveram e foram devidamente levantadas para a composição florística do presente trabalho.

As espécies de gramíneas invasoras também foram encontradas em grande quantidade nas áreas de testemunho com rejeito sem nenhum tratamento.



Figura 3. Início dos plantios no final de 2000. Plantio de mudas direto no rejeito.



Figura 4. Um ano após a implantação do experimento. Avaliação do crescimento silvicultural e da sobrevivência das mudas.



Figura 5. Após 5 anos de plantio (2005). O tratamento com mudas apresentou deficiência na cobertura e sombreamento do rejeito.



Figura 6. Com a falta de sombreamento houve a colonização por espécies herbáceas invasoras. Não apresentando similaridade como o padrão de sucessão secundária da região.



Figura 7. Aspecto da área do experimento com plantio de mudas no final de 2013.

A implantação do experimento das ilhas de *topsoil* e serrapilheira é apresentada nas figuras 8 e 9, e o seu desenvolvimento ao longo do tempo nas figuras 10 a 12. Percebe-se que neste experimento o grande aporte de propágulos que vieram juntamente com o solo, assim como a microbiota e matéria orgânica favoreceu o desenvolvimento rápido de uma série de espécies florestais, de diversos extratos, simultaneamente. Esse crescimento desordenado proporcionou uma rápida cobertura da área onde a vegetação tomou forma de uma estrutura de sucessão secundária. Depois de 13 anos, a vegetação encontrada na área do experimento já se assemelhava as áreas florestais encontradas no entorno. Não houve o crescimento de espécies gramíneas invasoras nesta área, mesmo estando os experimentos lado a lado.



Figura 8. Montagem do tratamento de ilhas de top soil, no ano de 2000.



Figura 9. Espalhamento do solo orgânico, proveniente das frentes de supressão, sobre o rejeito de manganês.



Figura 10. Tratamento das ilhas de top soil no ano de 2003. Observa-se uma considerável cobertura do rejeito e a estrutura da vegetação já se assemelha a uma sucessão florestal secundária da região.



Figura 11. Tratamento das ilhas de top soil no ano de 2007.



Figura 12. Tratamento das ilhas de top soil no ano de 2013, a floresta formada apresenta uma fitofisionomia próxima a das áreas florestais remanescentes.

3.2 Levantamentos de campo

Foi realizada análise do solo e inventário florístico das espécies, com o objetivo de comparar os tratamentos entre si (mudas/ilhas de solo), assim como compará-los às áreas de testemunho de floresta primária e área de rejeito sem nenhum tratamento.

3.3.1 Amostragem de solo

A finalidade da análise química do solo é a de verificar a quantidade de elementos químicos presentes no solo e determinar a quantidade efetiva de cargas negativas no solo, a CTC (Capacidade de Troca de Cátions). Além disso, fornece subsídios para determinar as quantidades destas cargas que estão efetivamente saturadas com cátions básicos de Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^{+} e cátions ácidos como, H^{+} e Al^{3+} . Portanto, o que se procura determinar é o balanço entre ácidos e bases, que dão as características de fertilidade aos solos. Vários conceitos básicos são importantes na interpretação de uma análise de solo; conceitos como a soma de bases (SB), CTC efetiva (t) e CTC a pH 7,0 (T), porcentagem de saturação por bases (V%), porcentagem de saturação por ácidos (M%), e porcentagem de saturação por alumínio (m%), pH, teor de argila, teores de macronutrientes primários (NPK), de Ca e Mg, e de micronutrientes, estes formam um conjunto de informações necessárias para um bom conhecimento da fertilidade do solo.

Para a coleta de amostras de solo, retirou-se 6 amostras compostas de cada tratamento (ilhas, mudas, rejeito e floresta), para constituir cada amostra composta foram retiradas 5 amostras simples ao acaso. Cada ponto amostrado foi georreferenciado no intuito de elaborar o mapa a seguir (Fig. 13). Os pontos de 1 a 6 (na cor vermelha), representam as amostras retiradas no experimento de ilhas de *topsoil*, de 7 a 12 (amarelo) amostras retiradas no experimento com mudas, do 13 ao 18 (laranja) amostras de rejeito sem tratamento e de 19 a 24 (verde) amostras de solo da área florestal.

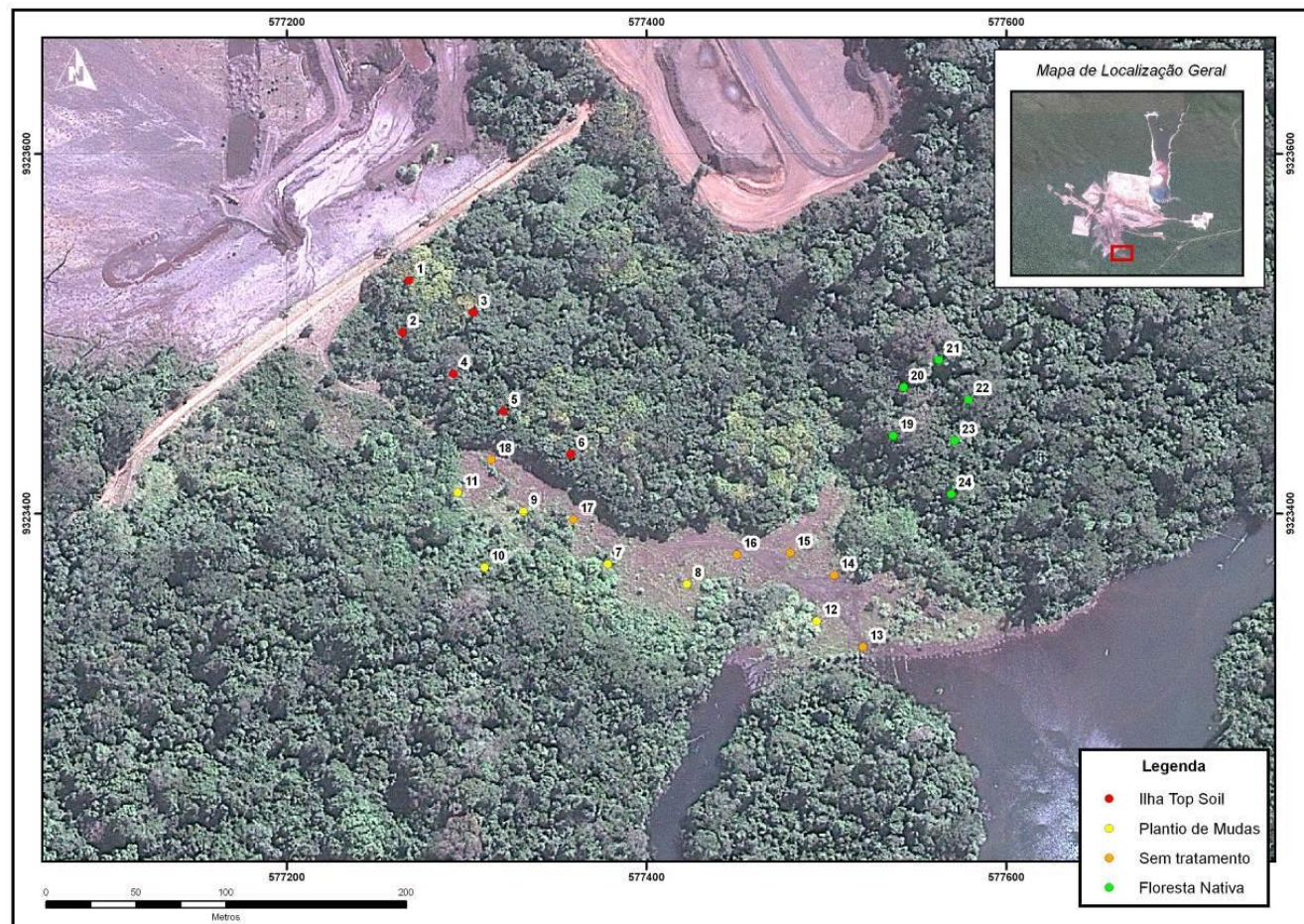


Figura 13. Mapa de localização dos pontos de retiradas das amostras de solo.

Após a retirada das amostras simples e elaboração das amostras compostas, as mesmas foram identificadas e armazenadas para envio ao laboratório da UFLA – Universidade Federal de Lavras, para as análises químicas de solo. A metodologia para a coleta das amostras de solo é demonstrada pela sequência de figuras abaixo (Fig 14 a 16).



Figura 14. Retiradas das amostras de solo da área de plantio de mudas.



Figura 15. Retiradas das amostras de solo nas áreas de ilhas de top-soil.



Figura 16. Homogeneização das amostras simples para a retirada da amostra composta e acondicionamento da mesma em saco identificado.

3.2.2 Inventário florístico

O levantamento florístico de reconhecimento refere-se ao estudo da cobertura florestal existente na área do experimento por meio de um levantamento florestal, com a caracterização florística (composição florística) das espécies encontradas. Foi avaliada a estrutura horizontal, que indica a ocupação do solo pelas espécies, desta forma foi possível verificar se houve a comunicação entre as diferentes ilhas e o completo fechamento da área. Foram calculadas ainda a dominância (absoluta e relativa), Densidade (absoluta e relativa), Valor de cobertura, Volume de fuste e volume de galhos (total e por espécie). Os dados obtidos foram comparados aos dados do levantamento de 2007.

Para a coleta dos dados de campo utiliza-se normalmente uma trena de 50 metros para marcar as parcelas, uma fita métrica ou diamétrica para a mensuração do CAP ou DAP (circunferência ou diâmetro a altura do peito), todas as espécies de porte arbóreo que possuísem CAP superior a 15cm ($DAP > 4,8\text{cm}$) foram devidamente mensuradas, identificadas ao nível de família, gênero e espécie e foi estimada a altura comercial e total de seu fuste. As figuras 17 e 18 abaixo se referem ao levantamento florístico realizado nas áreas de plantio de mudas e ilhas de *top soil*.



Figura 17. Levantamento de espécie isolada em parcela da área de plantio de mudas.



Figura 18. Levantamento florístico realizado no tratamento de ilhas de top-soil.

As campanhas de coleta de dados em campo, tanto de 2007 quanto de 2014, consistiram no levantamento de 20 parcelas fixas de 100m² (10x10m) distribuídas aleatoriamente, onde foram alocadas 10 parcelas no experimento com mudas e 10 no tratamento com ilhas de top soil. O levantamento ocorreu exatamente no mesmo local e sua distribuição pode ser verificada no mapa da figura 19.

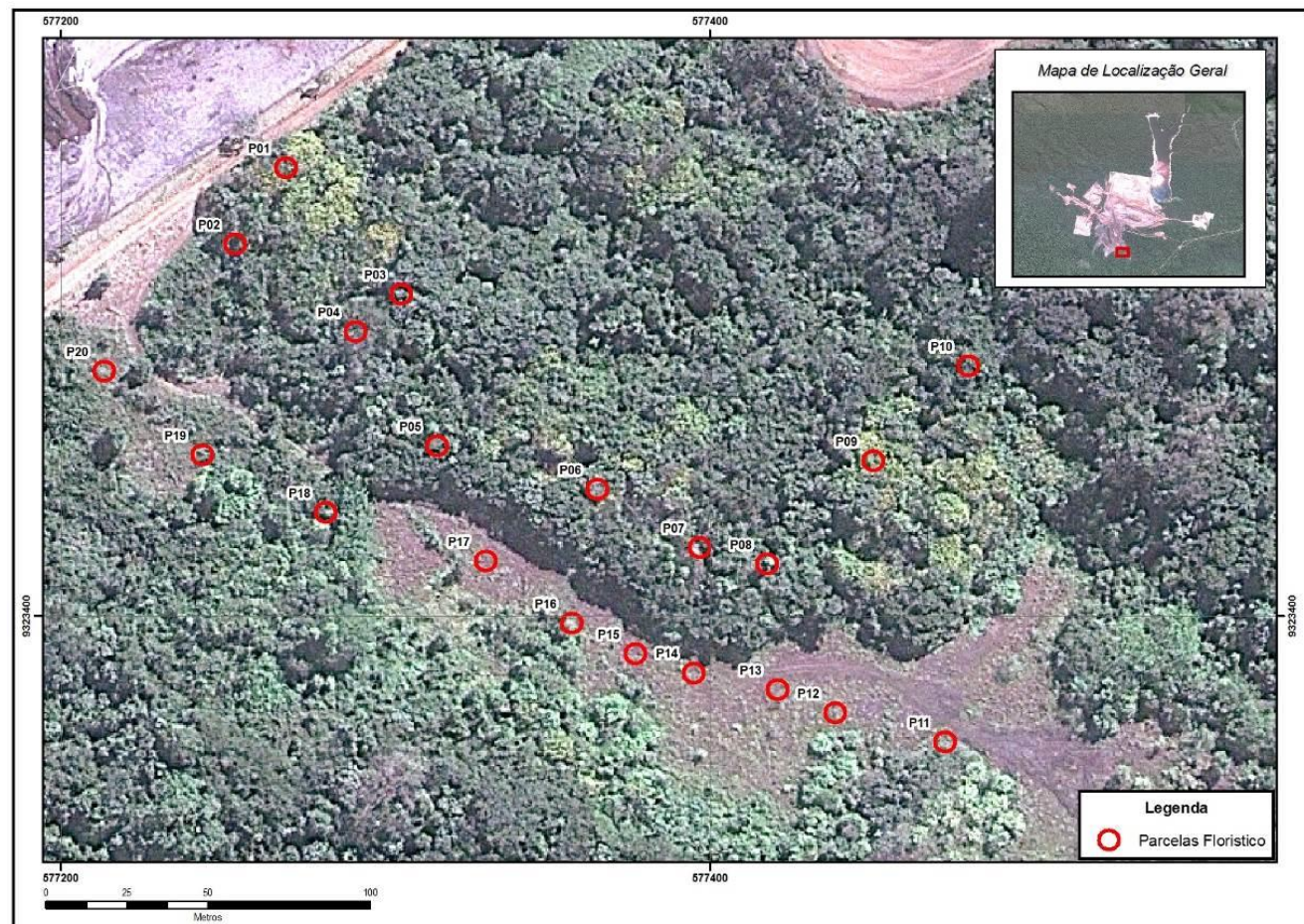


Figura 19. Mapa de localização das parcelas de levantamento florístico.

A composição florística foi calculada utilizando os dados do levantamento, os mesmos foram tratados no programa Microsoft Excel, por meio das seguintes fórmulas:

Densidade Absoluta (DA_i) – Representa o número de indivíduos de determinada espécie (n_i), em relação a área amostrada em hectare (A).

$$DA_i = \frac{n_i}{A}$$

Densidade Relativa (DR_i) – Representa a porcentagem do número de indivíduos de uma determinada espécie (n_i), em relação ao número total de indivíduos amostrados (N):

$$DR_i = 100 \frac{n_i}{N}$$

Para o cálculo dos valores de densidade é necessário definir os valores dos **centros de classe de diâmetro** do levantamento realizado, este por sua vez refere-se a um valor central dentro de uma faixa de diâmetros, por exemplo, neste trabalho a classe de diâmetro 5 refere-se a indivíduos identificados com DAP na faixa de 4,8cm até 9,9cm, a classe de diâmetro 15 refere-se aos indivíduos com DAP de 10cm até 19,9cm e assim sucessivamente até a faixa 55, o maior DAP levantado neste trabalho.

Dominância ou Área Basal Absoluta (DoAi) – É a expressão da área basal da espécie (ABi), pela área amostrada em hectare (A):

$$DoAi = \pi \frac{DAP^2}{4A}$$

Dominância ou Área Basal Relativa (DoRi) - É a razão da área basal (DoAi) de determinada espécie pela somatória das DoAs de todas as espécies levantadas:

$$DoRi = 100 \frac{DoAi}{\sum_{i=1}^s DoAi}$$

A **Dominância** é um parâmetro que expressa a influência de cada espécie na comunidade, através de sua biomassa. A dominância absoluta é obtida através da soma das áreas basais (AB) dos indivíduos de uma mesma espécie, por hectare. A dominância relativa corresponde à participação, em percentagem, em relação à área basal total (ABT).

Valor de Cobertura (VCi) - É a soma da densidade e dominância relativas da i-ésima espécie:

$$VC_i = Dri + DoRi$$

O **Valor de Cobertura** indica a importância ecológica da espécie em termos de distribuição horizontal, baseando-se na densidade e na dominância.

Volume do Fuste (VF) - As estimativas de volume comercial madeireiro com casca (m³/ha), serão calculadas mediante o emprego da equação obtida por Rolim (2006):

$$Vf = 1,3332 * D^{2,0836} * Hf^{0,7320}$$

onde , V_f = Volume do fuste com casca (m^3) estimado com $R^2 = 96,5\%$; D = Diâmetro a altura do peito (1,30m) em metros; H_f = Altura do fuste em metros.

Volume de Galhos (V_g) – O Volume dos galhos foi estimado como sendo 65% do Volume do Fuste.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme pode ser observado abaixo nas tabelas 2 e 3, as quais apresentam uma compilação dos resultados das análises dos substratos, nas áreas de plantio de mudas e rejeito sem tratamento, o pH baixo somado a alta concentração de Mn limitou o desenvolvimento da vegetação nas áreas de rejeito sem tratamento e nas áreas com plantio de mudas. Houve predominantemente o desenvolvimento de gramíneas invasoras que possivelmente são adaptadas às condições adversas de solo. Nestas áreas não existem quaisquer evidências de desenvolvimento de plântulas de espécies florestais, mesmo tendo uma enorme área de contribuição de propágulos no entorno da área do experimento, comprovadas pelas imagens de satélite dos mapas das figuras 13 e 19.

Nas ilhas de *top soil*, por ter ocorrido o transporte de todas as características de um solo florestal equilibrado, com todo o seu banco de sementes (e outros propágulos), macro e microbiota, etc, houve um incremento substancial de matéria orgânica, este incremento pode ter origem no bom desenvolvimento das espécies vegetais, o que estimulou a ciclagem de nutrientes neste tratamento. Os resultados das amostras de solo do experimento com ilhas de *top soil* são muito semelhantes aos resultados obtidos do solo de floresta primária.

As tabelas originais referentes aos resultados da análise química do solo realizados nos laboratórios da UFLA estão disponíveis no ANEXO 2 deste trabalho.

4.1 Resultado da análise química de solo

Os resultados obtidos por meio da análise convencional de solo foram os seguintes:

Tabela 2. Resultado da análise química do solo – Determinações químicas⁵.

Tratamentos	pH	SB (cmol/dm ³)	t (cmol/dm ³)	T (cmol/dm ³)	V (%)	m (%)	MO (dag/kg)	P-Rem (mg/L)	Argila (dag/kg)	Silte (dag/kg)	Areia (dag/kg)	Classe textural
Plantio de Mudas	5,50	0,39	0,49	3,79	10,55	23,46	0,53	9,64	10	55	55	arenosa
Rejeito	5,60	0,29	0,39	3,98	7,21	25,99	0,37	10,21	13	23	64	arenosa
Ilhas de <i>top soil</i>	4,90	0,75	1,13	5,03	16,31	33,92	1,50	17,51	46	26	28	argilosa
Floresta Nativa	5,20	2,00	2,08	5,93	33,60	4,55	2,37	10,83	70	9	21	argilosa

Tabela 3. Resultado da análise química do solo – Macro e micronutrientes.

Tratamentos	P (mg/dm ³)	K (mg/dm ³)	Ca (cmol/dm ³)	Mg (cmol/dm ³)	Al (cmol/dm ³)	H+Al (cmol/dm ³)	Zn (mg/dm ³)	Fe (mg/dm ³)	Mn (mg/dm ³)	Cu (mg/dm ³)	B (mg/dm ³)	S (mg/dm ³)
Plantio de Mudas	1,37	34,33	0,18	0,12	0,10	3,41	0,70	13,59	531,51	2,00	0,13	73,78
Rejeito	1,32	33,33	0,10	0,10	0,10	3,70	0,60	12,17	562,41	2,11	0,10	52,12
Ilhas de <i>top soil</i>	1,18	38,00	0,47	0,18	0,38	4,28	1,12	154,53	370,42	1,82	0,17	36,07
Floresta Nativa	1,03	51,33	1,35	0,52	0,08	3,93	0,40	53,76	262,66	1,91	0,29	67,09

⁵ SB – Soma de bases; t – CTC efetiva; T – CTC a pH 7,0; V – porcentagem da saturação por bases; m – porcentagem da saturação por alumínio; MO – matéria orgânica; P-Rem – Fósforo remanescente.

Os maiores valores referentes à matéria orgânica do solo foram encontrados nas áreas de floresta nativa, com 2,37dag/Kg, um valor considerado médio segundo Ribeiro, Guimarães e Alvarez V. (1999). O Tratamento que mais se aproximou desses valores de matéria orgânica foi o de ilhas de solo, com 1,50dag/Kg, um valor considerado baixo, mas muito superior ao que foi encontrado nos demais tratamentos, 0,37dag/Kg nas áreas de rejeito sem tratamento e 0,53dag/Kg na área de plantio de mudas.

Percebe-se pelos dados apresentados na tabela 2 que o solo da área de floresta nativa é o mais fértil, pois apresenta uma Soma de Bases de 2,0 cmol/dm³, ou seja há muitos cátions permutáveis ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{K}^{+}$), assim como uma saturação por bases (V%) de 33,6%, que apesar de classificá-lo como solo distrófico (pouco fértil) é muitas vezes melhor que os demais solos amostrados, classificados como álicos (muito pobres), situação agravada pelo alto valor de saturação por alumínio (m%) encontradas nestas amostras, que vão da ordem de 23%, 26% e 34% para os tratamentos de mudas, rejeito e *top soil*, respectivamente. Neste ponto nenhum tratamento aproximou-se dos valores de fertilidade obtidos na área de floresta nativa.

Por tratar-se de área localizada sobre rejeito de manganês e adjacências, os valores encontrados para o manganês nas análises foram anômalos, chegando a 562,41mg/dm³ na área de rejeito sem tratamento. Até mesmo na área de floresta nativa este valor foi consideravelmente alto, com um resultado de 262,66mg/dm³ (este resultado carece de estudos mais aprofundados, pois não se sabe se este é um padrão para florestas em áreas com jazidas de Mn). Apenas para fins informativos, uma vez que os dados obtidos estão fora do comum, os valores de referência para Mn, para grande parte das culturas agrícolas, seriam da ordem de 12mg/dm³ (EMBRAPA, 2012), um valor 47 vezes menor ao que foi encontrado. Os demais micronutrientes apresentaram valores normais, para Boro (B) todos os valores foram muito baixos (<0,36 mg/dm³ - fonte: Ribeiro, Guimarães e Alvarez V. – 1999).

Com relação a classe textural, o solo formado no tratamento com ilhas de solo apresentou mais uma vez similaridade ao solo da área nativa, com uma relação argila/silte/areia de 46/26/28 dag/Kg, textura argilosa. A área de floresta nativa apresentou resultados da ordem de 70/9/21 dag/Kg, textura argilosa. Para fins de comparação, os outros dois tratamentos, rejeito sem tratamento e plantio de mudas,

apresentaram valores de relação de argila/silte/areia de 13/23/64 dag/Kg e 10/55/35 dag/Kg respectivamente, um solo com textura arenosa.

O fósforo remanescente (P-rem) obteve um bom resultado em todas as áreas, os valores de Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Alumínio (Al) foram muito baixos e a acidez potencial ($H^+ + Al^{3+}$), que corresponde ao somatório da acidez trocável e acidez não trocável que se encontram adsorvidas (ligadas a CTC do solo) apresenta um valor considerado médio para todos os tratamentos (fonte: Ribeiro, Guimarães e Alvarez V. – 1999).

4.4 Resultado do levantamento Florístico

As fichas de campo originais do levantamento florístico estão disponíveis no ANEXO 3 deste trabalho. É importante ressaltar que os dados apresentados nas tabelas a seguir (tabelas 4 a 7) foram retirados a partir destas fichas de campo.

4.4.1 Distribuição Diamétrica

A tabela 4 apresenta os dados obtidos no levantamento florístico realizado em 2007 em comparação aos resultados encontrados em 2014. É importante ressaltar que as parcelas montadas em campo são fixas e permanentes, portanto a área do levantamento foi exatamente a mesma nos dois anos trabalhados. Os dados referem-se à densidade (N/ha), área basal (m^2/ha) e ao volume do fuste (m^3/ha) por classe diamétrica nos tratamentos.

Tabela 4. . Distribuição do número de indivíduos por hectare (N/ha), Área Basal (m^2/ha) e Volume do fustel (m^3/ha), nas respectivas classes diamétricas. Dados comparativos dos levantamentos florísticos de 2007 e 2014 (Tratamento das ilhas de solo).

Classe de diâmetro (cm)	2007			2014		
	n/ha	m^2/ha	m^3/ha	n/ha	m^2/ha	m^3/ha
5	686,67	2,91	16,55	400,00	1,73	9,49
15	460,00	6,27	44,77	427,78	6,84	48,31
25	13,33	0,47	3,65	66,67	2,82	25,78
35	6,67	0,50	4,14	11,11	1,04	13,13
55	0	0	0	5,56	1,10	8,83
TOTAL	1166,67	10,15	69,12	911,11	13,53	105,55

Pode-se observar que o número de indivíduos decresce de acordo com o aumento das classes de DAP, semelhante a distribuição exponencial, conhecido

popularmente como "J" invertido (BARROS, 1986; MACHADO ET AL. 1998; BATISTA, 1989), figura 20.

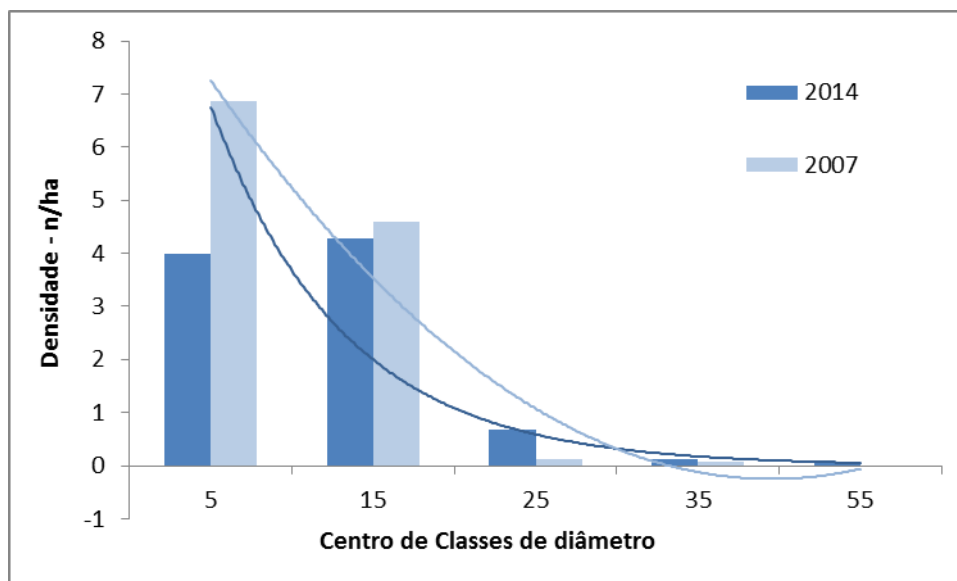


Figura 20. Densidade de indivíduos nas respectivas classes diamétricas.

Observa-se um número total de indivíduos 42,3% maior no levantamento realizado em 2007, onde 58,86% deste valor é composto por espécies enquadradas na menor classe de diâmetro, contudo o levantamento de 2014 apresentou um maior número de indivíduos nas classes de diâmetro superiores a 25 cm, inclusive indivíduos com DAP superior a 55cm, o que não foi encontrado em 2007.

Apesar do levantamento de 2014 ter apresentado um número menor de indivíduos por hectare, o volume de madeira por hectare foi 37,4% maior, demonstrando que ao longo de 7 anos a floresta desenvolveu-se satisfatoriamente numa sucessão florestal que proporcionou, além do o aparecimento de novas espécies (fichas de campo anexas) vindas das áreas naturais do entorno, o incremento no volume de madeira da floresta implantada.

O tratamento com mudas, especificamente neste caso, não atingiu uma cobertura florestal homogênea e constante, e, por isso, algumas parcelas alocadas neste tratamento não apresentaram indivíduos que pudessem ser mensurados e ficaram sem dados. Este comportamento demonstra que o plantio de mudas em um espaçamento cartesiano pré-determinado não garantiu as condições necessárias para o estabelecimento de um ambiente florestal equilibrado e propício ao processo de sucessão florestal e ecológica, pois neste tratamento não existe a adição de quaisquer outros tipos de propágulos (sementes, estacas, plântulas, etc) que

possam desenvolver-se simultaneamente ao desenvolvimento das mudas, o que favoreceria o enriquecimento do solo e sua microbiota, assim como criaria um microclima mais favorável ao desenvolvimento de raízes e parte aérea das plantas. Nesta área favoreceu-se o desenvolvimento de uma única espécie de gramínea a qual dominou a paisagem. Houve o desenvolvimento de outras poucas espécies herbáceas, algumas encontradas nas vegetações rupestres de Carajás. Outro fato curioso observado, que ocorreu apenas na área de plantio de mudas, foi a morte de árvores em pé, sendo que não foi possível averiguar o motivo da senescência destas, que poderia ser por má nutrição, doenças, ataque de pragas, toxicidade por manganês dado que o sistema radicular poderia ter atingido uma zona de alta concentração deste mineral, ou outro motivo qualquer.

4.4.2 Composição Florística

A composição florística do levantamento (Tabela 5) apresentou 164 indivíduos, 38 espécies e 20 famílias. A família mais rica em espécies foi Leguminosae com 8 espécies seguida de Ipericaceae com 4.

Tabela 5. Composição florística do levantamento realizado em 2014.

Ilhas de Solo		
Familia	Nome Espécies	Nome científico
Annonaceae	Vira bode folha grande	Annona insignis R. E. Fr.
Bignoniaceae	Pará-pará	Jacaranda copaia Aubl. D. Don
Clusiaceae	Lacre vermelho de folha amarela	Vismia latifolia Choisy
	Remela de gato 2	Erchenea sp.
	Lacre vermelho de folha grande	Vismia sandwithii Ewan
Combretaceae	Castanhola	Terminalia cattpa L.
Euphorbiaceae	Murupita	Sapium glandulatum Pax.
	Uvarana	Aparisthmium cortatum Baill
Flacourtiaceae	Sardinheira	Casearia grandiflora Cambess.
	Pau jacaré	Laetia procera (Poepp).Eichler
Ipericaceae (ex Clusiaceae)	Lacre vermelho de folha amarela	Vismia latifolia Choisy
	Lacre vermelho de folha grande	Vismia sandwithii Ewan
	Lacre vermelho de folha peluda	Vismia cf.gracilis Hieron
	Lacre branco	Vismia cayennensis Jacq
Lauraceae	Louro fofó	Rhodostemonodaphne grandis Mez Rohwer
Leguminosa-Caesalpinioideae	Cassia bessouro	Senna silvestris (Vell.)Irw.&Barnehy var.silvestris
Leguminosa-Mimosoideae	Espinheiro preto	Senegalia polyphylla (DC.) Britton & Rose
	Fava bolota	Parkia pendula Benth ex Walp.
	Fava camuzê de folha miúda	Stryphnodendron pulcherrimum Willd. Hochr
	Fava de boi	Parkia platycephala Benth
	Ingá de macaco	Inga laurina (Sw.)Willd
Malpighiaceae	Muricí comum	Byrsonima crassifolia H.B.K
Malvaceae (ex Tiliaceae)	Pente de macaco	Apeiba echinata Gaertner
	Pau jangada	Apeiba tibourbou Aubl.
Melastomataceae	Remela de gato	Blekea rosae
	Tinteiro folha miúda	Miconia pyrifolia Naudin
	Goiaba de anta	Bellucia dichotoma Cogn.
Meliaceae	Cedro vermelho	Cedrella odorata L
Rhamnaceae	Falso pau Brasil	Colubrina glandulosa Perkins
Rutaceae	Tamanqueira de folha grande	Zanthoxylum riedelianum Engl.
Sapindaceae	Espetorana da folha grande	Vouarana guianensi Aubl.
Sterculiaceae	Mutamba	Guazuma ulmifolia Lam
Tiliaceae	Pente de macaco	Apeiba echinata Gaertner
Plantio de Mudas		
Familia	Nome Espécies	Nome científico
Annonaceae	Envira preta cheirosa	Guatteria poeppigiana Mart.
Combretaceae	Mirinba folha miúda	Buchenavia parvifolia Ducke
Euphorbiaceae	Uvarana	Aparisthmium cortatum Baill
Ipericaceae (ex Clusiaceae)	Lacre vermelho de folha amarela	Vismia latifolia Choisy
Leguminosa-Caesalpinioideae	Cassia bessouro	Senna silvestris (Vell.)Irw.&Barnehy var.silvestris
Leguminosa-Mimosoideae	Acácia	Acacia mangiumWild
	Coração de Negro	Albizia lebbeck (L.) Benth.
	Ingá de macaco	Inga laurina (Sw.)Willd
Melastomataceae	Goiaba de anta	Bellucia dichotoma Cogn.
Rutaceae	Tamanqueira de folha grande	Zanthoxylum riedelianum Engl.
Urticaceae (ex Cecropiaceae)	Embaúba vermelha	Cecropia distachya Huber

4.4.3 Estrutura Horizontal

Uma vez que a área de plantio de mudas forneceu poucos dados para a realização de tratamento estatístico relevante, os dados referentes à Estrutura Horizontal foram gerados a partir do levantamento das ilhas de solo. A fisionomia da área levantada caracterizou-se por apresentar a espécie *Senna silvestris* (Vell.)Irw.&Barnehy var.silvestris (Cassia Besouro) com maior VC absoluto (26,89), seguida das espécies *Vismia latifolia* Choisy (Lacre vermelho da folha amarela) com VC absoluto de 22,25 e *Bellucia dichotama* Cogn. (Goiaba de anta) com 21,99. Nas demais espécies o VC variou de 0,69 a 18,6 (Tabela 6).

Tabela 6. Valores de Densidade absoluta e relativa (N% e N/ha), Dominância absoluta e relativa (ab% e m2/ha), e Valor de Cobertura Absoluto (VC) para as espécies levantadas na área de estudo.

Nome Vulgar	N/HA.	N%	M ² /HA.	AB%	VC
Cassia bessouro	133,33	14,63	1,66	12,25	26,89
Lacre vermelho de folha amarela	122,22	13,41	1,20	8,84	22,25
Goiaba de anta	105,56	11,59	1,41	10,40	21,99
Ingá de macaco	72,22	7,93	1,44	10,68	18,60
Uvarana	77,78	8,54	0,50	3,69	12,23
Pau jangada	5,56	0,61	1,10	8,16	8,77
Pará-pará	16,67	1,83	0,71	5,26	7,08
Lacre vermelho de folha grande	38,89	4,27	0,36	2,65	6,92
Tamanqueira de folha grande	38,89	4,27	0,36	2,65	6,91
Coração de Negro	38,89	4,27	0,35	2,56	6,82
Espinheiro preto	16,67	1,83	0,64	4,70	6,53
Murupita	16,67	1,83	0,63	4,69	6,51
Mutamba	11,11	1,22	0,69	5,06	6,28
Remela de gato	38,89	4,27	0,21	1,52	5,78
Pente de macaco	27,78	3,05	0,18	1,31	4,36
Lacre branco	5,56	0,61	0,44	3,27	3,88
Fava camuzê de folha miúda	11,11	1,22	0,24	1,77	2,99
Acácia	5,56	0,61	0,28	2,09	2,70
Pau jacaré	11,11	1,22	0,16	1,17	2,39
Castanhola	5,56	0,61	0,23	1,69	2,30
Cedro vermelho	16,67	1,83	0,05	0,41	2,24
Vira bode folha grande	11,11	1,22	0,14	1,00	2,22
Falso pau Brasil	5,56	0,61	0,15	1,14	1,75
Remela de gato 2	11,11	1,22	0,07	0,49	1,71
Espetorana da folha grande	11,11	1,22	0,04	0,31	1,53
Mirinba folha miúda	5,56	0,61	0,11	0,82	1,43
Sardinheira	5,56	0,61	0,03	0,26	0,87
Tinteiro folha miúda	5,56	0,61	0,03	0,26	0,87
Embaúba vermelha	5,56	0,61	0,03	0,22	0,83
Lacre vermelho de folha peluda	5,56	0,61	0,03	0,19	0,80
Fava bolota	5,56	0,61	0,02	0,16	0,77
Louro fofo	5,56	0,61	0,01	0,09	0,70
Muricí comum	5,56	0,61	0,01	0,09	0,70
Envira preta cheirosa	5,56	0,61	0,01	0,08	0,69
Fava de boi	5,56	0,61	0,01	0,08	0,69

4.4.3 Volume de Madeira e Galhadas

O volume total de madeira foi estimado em 63m³/ha e o volume de galhos foi estimado em 41m³/ha. Do volume total, 19,8m³/ha são de espécies que apresentam fustes com diâmetros comercializáveis, restando 43,5m³/ha de espécies que ainda estão em desenvolvimento (Tabela 7).

Tabela 7. Estimativas de volume de madeira e galhada (m³/ha) por classe de diâmetro comercial e não comercial.

Classe de Diâmetro	Número de espécies	Volume (m ³ /ha)	Galhada (m ³ /ha)
Dap<30	161	43,48	28,26
Dap>=30	3	19,77	12,85
Total	164	63,25	41,11

5 CONCLUSÃO

Por meio da análise da cobertura vegetal dos tratamentos foi possível constatar que a vegetação existente no tratamento de ilhas de *top soil* e serrapilheira obteve um crescimento vegetativo muito superior ao tratamento com plantio de mudas, a qual formou um extrato florestal uniforme e homogêneo, onde a vegetação encontra-se estabilizada e em processo de sucessão florestal. No tratamento com mudas houve a dominância de uma única espécie invasora de gramínea, com a presença de mudas remanescentes do plantio original e algumas espécies arbustivas mais agressivas, que instalaram-se naturalmente.

O substrato formado no tratamento de ilhas de solo assemelha-se química e fisicamente ao solo encontrado nas áreas naturais de florestas existentes no entorno, apresentando uma boa capacidade de suporte da estrutura florestal que já encontra-se instalada. O rejeito de manganês existente nas camadas mais profundas parece não causar nenhuma alteração na floresta existente. Todavia o substrato do tratamento de mudas assemelha-se ao rejeito sem tratamento, apresentando uma série de dificultadores para o desenvolvimento vegetal, como alta acidez (baixo pH), baixo teor de matéria orgânica e alta concentração de metais como manganês e ferro.

Comprova-se que é possível reestabelecer condições para desenvolvimento da vegetação em áreas impactadas pela mineração, mesmo que estas áreas possuam condições adversas ao crescimento de espécies vegetais, todavia há de se considerar os custos para a implantação de cada tipo de tratamento, assim como a obrigatoriedade, ou não, da utilização de espécies nativas. Por fim, é fundamental que antes de definir por qual tratamento utilizar, seja conhecido o uso futuro da área a ser reabilitada para evitar custos desnecessários e re-trabalhos, afinal uma área que possua um uso futuro destinado à instalação de uma cava ou avanço de pilha de estéril não precisa necessariamente sofrer um processo de restauração florestal.

REFERÊNCIAS

- ALBA, J. M. **Recuperação de áreas mineradas**. Brasília: EMBRAPA, 2010.
- AMORIM, Enio Fernandes. **Efeitos do processo de deposição hidráulica no comportamento de um rejeito de mineração de ouro**. 2007. 109 f. Dissertação (Mestrado em Geotecnia)-Universidade de Brasília, Brasília, 2007.
- ARAUJO, Cecília Bhering. **Estudo do Comportamento de Barragens de Rejeito de Mineração**. [S.l.: s.n.]
- BARROS, P. L. C. **Estudo fitossociológico de uma floresta tropical úmida no planalto de Curuá- Una, Amazônia brasileira**. 147 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade federal do Paraná, Curitiba, 1986
- BASCOMPTE, J.; JORDANO, P., OLESEN, J.M. 2006. Asymetric coevolutionary networks facilitate biodiversity maintenance. **Science** 312: 431-433.
- BATES, Jeremy. **Parâmetros no Projeto de Pilhas e Barragens**. Ed. Signus, 2003, v.1, p. 17.
- BATISTA, J. L. F. **A função Weibull como modelo para a distribuição de diâmetros de espécies arbóreas tropicais**. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais, ESALQ, Piracicaba, 116f., 1988.
- BECHARA, F. C. 2003. **Restauração ecológica de restingas contaminadas por Pinus no Parque Florestal do Rio Vermelho**, Florianópolis, SC. 125p. Dissertação de Mestrado, Pós-Graduação em Biologia Vegetal, UFSC, Florianópolis.
- BORTOLETO, Silvana. **Inventário quali-quantitativo da arborização viária da Estância de Águas de São Pedro-SP**. Diss. Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2004.
- CHAMMAS, R. **Barragens de Contenção de Rejeitos**. Curso de Especialização em Engenharia de Barragens (CEEB), UFOP, Ouro Preto, MG (1989).
- CHAVES, Alan Del Carlos Gomes, et al. **A importância dos levantamentos florístico e fitossociológico para a conservação e preservação das florestas**. AGROPECUÁRIA CIENTÍFICA NO SEMIÁRIDO 9.2 (2013): 43-48.
- CLEMENTS, Frederic Edward. **Plant succession: an analysis of the development of vegetation**. n. 242. Washington: Carnegie Institution of Washington, 1916.
- DAMASCENO, A. C. F. **Macrofauna edáfica, regeneração natural de espécies arbóreas, lianas e epífitas em florestas em processo de restauração com diferentes idades no Pontal do Paranapanema**. 2005. 107p. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

DE CANDOLLE, Alphonse Louis Pierre Pyramus. **Géographie botanique raisonnée**. Imprimerie de L. Martinet, 1855.

DEGNER, Johann Hartmann. **Dissertatio physica de turfis, sistens historiam naturalem cespitum combustilium qui in multis Europae regionibus, & praecipue in Hollandia reperiuntur, ac ligni loco usurpantur**. G. Kroon & G. Stouw, 1729.

DIAS, Renato Feliciano. Controle Ambiental de Mineração. "Deposição de Rejeitos de Mineração". Ed. Do Departamento Nacional de Produção Mineral, Brasília, 1985, v.2, p. 148-151, 1985.

DORAN, W. J.; PARKING, B. T. Defining and Assessing Soil Quality. p 3-21 In: DORAN, J. W. et al. **Defining Soil Quality for a Sustainable Environment** . 1994. p. 3-21

DRURY, W. H., NISBET, I. C. Succession. **J. Arnold Arbor.**, v. 3, n. 54, p. 331-368. 1973

ESPÓSITO, Teodora Jaime. **Metodologia probabilística e observacional aplicada a barragens de rejeito construídas por aterro hidráulico**. Universidade de Brasília: Brasília-DF, 2000.

FERNANDES, Afrânio Gomes; BEZERRA, Prisco. **Estudo fitogeográfico do Brasil**. Fortaleza: Stylus Comunicacoes, 1990. 205 p.

FOY, C. D., CHANEY, R. L. T.; WHITE, M. C. The physiology of metal toxicity in plants. **Annual Review of Plant Physiology**. 1978, p. 511-566.

GRANT, V. 1980. Gene flow and the homogeneity of species populations. **Biologisches Zentralblatt**. p. 157-169.

HURLBERT, S. 1971. The nonconcept of species diversity: a critic and alternative parameters. **Ecology**. v. 4, n. 52, p. 577-586.

KAGEYAMA, P.Y.; BIELLA, L.C.; PALERMO JÚNIOR, A. Plantações mistas com espécies nativas com fins de proteção a reservatório. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990, Campos do Jordão. **Anais...**São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1990. p. 109-112.

KAGEYAMA, P. Y.; CASTRO, C. F. A. **Sucessão secundária, estrutura genética e plantações de espécies arbóreas nativas**. IPEF. Piracicaba, n. 41/42, p. 83-93, 1989. 1989.

KAGEYAMA, P. Y.; GANDARA, F. B. Recuperação de áreas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: USP; FAPESP, 2000. p. 249-269.

King, W. On the bogs and loughs of Ireland Philos. **Trans. R. Soc.**, v. 15, n. 1685, p. 948-960

KLEIN, R. M. Aspectos predominantes da vegetação sul-brasileira. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE BOTÂNICA DO BRASIL, 15., 1964. [S: l.]. **Anais...**

LAGO Batata: impacto e recuperação de um ecossistema amazônico. Instituto de Biologia, UFRJ, 2000.

LEITÃO FILHO, H. de F. **Aspectos taxonomicos das florestas do estado de Sao Paulo [Brasil]**. Silvicultura em São Paulo (1982).

LUDWIG, John A.; REYNOLDS, James F. **Statistical ecology**: a primer in methods and computing. John Wiley & Sons, 1988.

LUND, Peter Wilhelm. **Bemaekninger over Vegetationen paa de indre Höisletter af Brasilien, isaer i plantehistorisk Henseende**. 1835.

MACHADO, S. A.; BARTOSZEK, A. C. P. S.; OLIVEIRA, E. B. Estudo da estrutura diamétrica para a *Araucaria angustifolia* em florestas naturais na região sul do Brasil. **Floresta**, v. 26, n. 1/2, p. 59-70, 1998.

MAGURRAN, Anne E., HIGHAM, Anthony. Information transfer across fish shoals under predator threat. **Ethology** v. 2, n. 78., p. 153-158. 1988.

MCINTOSH, Robert P. The succession of succession: a lexical chronology. **Bulletin of the Ecological Society of America**. 1999, p. 256-265.

MENEGHETTI, Gip. **Estudo de dois métodos de amostragem para inventário da arborização de ruas dos bairros da orla marítima do município de Santos-SP**. 2003. 100f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais, opção: Silvicultura e Manejo Florestal)-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

MOREIRA, F.M.S. & SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 2006. 626p.

NOGUEIRA, J. C. B. **Reflorestamento heterogêneo com essências indígenas**. **Boletim do Instituto Florestal**, São Paulo, n. 24, p. 1-71. 1977.

OSQUI, HML et al. Uso de ilhas na revegetação de áreas assoreadas na Barragem do Rejeito de Minério de Manganês na Floresta Nacional de Carajás/PA. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS,, 5., **Anais...**435-436.

PARKER, T. V.; PICKETT, S. T. A. Restoration as an ecosystem process: implications of the modern ecological paradigm. In: URBANSKA, K.; WEBB, N.; EDWARD, P.(Ed.). **Restoration Ecology and Sustainable Development**. Cambridge University Press. 1999.

PAVAN, Marcos A.; BINGHAM, Frank T. Toxidez de metais em plantas. I. Caracterização de toxidez de manganês em cafeeiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 16, n. 6, p. 815-821, 1981.

PICKETT, S.T.A.; OSTFELD, R. S. The shifting paradigm in ecology. In: KNIGHT, R. L.; BATES, S. F. (Ed.). **A new century for natural resources management**. Washington: Island Press, 1994. p.261-278.

PICKETT, S.T.A; PARKER, V.T.; FIEDLER, L. The new paradigm in ecology: Implications for conservation biology above the species level. In: FIEDLER, L.; JAIN, S. K. (Ed.). **Conservation biology: the theory and practice of nature conservation and management**. New York: Chapman and Hall, 1992. p.65 – 68.

RACHID, Carolina; HTZ do COUTO. **Estudo da eficiência de dois métodos de amostragem de árvores de rua na cidade de São Carlos-SP**. Dissertação- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo., 1999.

Reinhardt, C. (1856). *Von Hamburg nach Helgoland. Skizzenbuch. Mit 90 in den Text gedruckten Abbildungen.*

Reis, A., Tres, D. R., & Bechara, F. C. (2006). A nucleação como novo paradigma na restauração ecológica: “espaço para o imprevisível”. *SIMPÓSIO SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS COM ÊNFASE EM MATAS CILIARES*.

Reissek, S. Ueber die Bildungsgeschichte der Donauinseln im mittleren Laufe dieses Stromes. **Flora**, v. 1856, n. 39, p. 622-624.

RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F.; CRESTANA, M. S. M. Revegetação de entorno da represa de abastecimento de água do município de Iracemápolis-SP. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 1., 1992, Curitiba. **Anais**. Curitiba: UFPR, 1992. p. 407-416.

ROLIM, Samir Gonçalves. **Modelos e mecanismos de sucessão secundária na Floresta Atlântica em Linhares (ES)**. Dissertação - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2006.

SOUZA, F. M.; BATISTA, J. L. F. Restoration of seasonal semideciduous forests in **Brazil**: influence of age and restoration design on forest structure. *Forest Ecology and Management*, 2004, p. 185-200.

TRES, D. R. **Restauração ecológica de uma mata ciliar em uma fazenda produtora de Pinus taeda L. no norte do Estado de Santa Catarina**. 2006. 85 p. Dissertação de (Mestrado em Biologia Vegetal)-UFSC, Florianópolis, 2006

VALE S/A - Apresentação de Histórico de RAD – Diretoria de Ferrosos Norte/DIFN – Gerência de Meio Ambiente/GABAN – Supervisão de Gestão Operacional de Fauna e Flora – 2015.

VELOSO, Henrique Pimenta, RANGEL FILHO, Antonio Lourenço Rosa; LIMA, Jorge Carlos Alves **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Ministério da Economia, Fazenda e Planejamento, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Diretoria de Geociências, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1991.

VIEIRA, N.K. 2004. **O papel do banco de sementes na restauração de restinga sob talhão de Pinus elliottii Engelm.** 2004. 77 p. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal)-UFSC, Florianópolis, 2004.

WILLIAMS, R.; MARTINEZ. Simple rules yield complex food webs. **Nature**. 2000. v. 404, p.180-183.

ANEXOS

**ANEXO 1 – Tabelas com o levantamento de custos com RAD – VALE /
Operações de Ferrosos Norte / Gerência de Meio Ambiente.**

Custos com revegetação em talude de aterro – Plantio manual.

Custos de Revegetação em Talude de Aterro / Hectare – Plantio Manual

Custo de Revegetação em Talude de Aterro / Hectare - Plantio Manual				
Fertilizantes	Qtd Kg/Ha	Qtd Total	Preço Unt	Preço Total
NPK 04-14-08	684	1	1,33	909,72
Uréia	200	1	1,88	376,00
FTE BR-12	50	1	1,66	83,00
Calcário Dolomítico	1.500	1	0,25	375,00
Adubo Orgânico	2.280	1	0,29	661,20
Sub Total	4714			R\$ 2.404,92
Coquetel de Sementes (Leguminosas + Nativas)	Qtd Kg/Ha	Qtd Total	Preço Unt	Preço Total
Aveia	34	1	2,03	69,02
Calopogônio	34	1	17,23	585,82
Crotalária	80	1	8,46	676,80
Estilosante	23	1	12,06	277,38
Feijão de Porco	45	1	6,01	270,45
Feijão Guandú	34	1	6,01	204,34
Girassol	17	1	6,95	118,15
Milheto	23	1	2,09	48,07
Nabo Forrageiro	45	1	3,92	176,4
Nativas	25	1	196,00	4900,00
Sub Total	360			R\$ 7.326,43
Serviços	Unidade	Qtd Total	Preço Unt	Preço Total
Revegetação Manual em Talude de Aterro	Hectare	1	5700	5.700,00
Calagem	Hectare	1	3900	3.900,00
Análise de Solo	Unidade	1	345,72	345,72
Adubação de Cobertura Mecanizada	Hectare	1	1700	1.700,00
Ressemeio em Taludes de Aterro	Hectare	1	3900	3.900,00
Controle de Formigas	Hectare	1	900	900,00
Sub Total				R\$ 16.445,72
Custo Total = Serviços + Fertilizantes + Sementes / hectare				R\$ 26.177,07

Custos com revegetação em talude de aterro – Plantio manual com aplicação de biomanta.

Custos de Revegetação em Talude de Aterro / Hectare – Plantio Manual com Aplicação de Biomanta

Custo de Revegetação em Talude de Aterro / Hectare - Plantio Manual com Aplicação de Biomanta				
Fertilizantes	Qtd Kg/Ha	Qtd Total	Preço Unt	Preço Total
NPK 04-14-08	684	1	1,33	909,72
Uréia	200	1	1,88	376,00
FTE BR-12	50	1	1,66	83,00
Adubo Orgânico	2.280	1	0,29	661,20
Sub Total	3214			R\$ 2.029,92
Sementes (Leguminosas + Nativas)	Qtd Kg/Ha	Qtd Total	Preço Unt	Preço Total
Aveia	34	1	2,03	69,02
Calopogônio	34	1	17,23	585,82
Crotalária	80	1	8,46	676,80
Estilosante	23	1	12,06	277,38
Feijão de Porco	45	1	6,01	270,45
Feijão Guandú	34	1	6,01	204,34
Girassol	17	1	6,95	118,15
Milheto	23	1	2,09	48,07
Nabo Forrageiro	45	1	3,92	176,4
Nativas	25	1	196,00	4900,00
Sub Total	360			R\$ 7.326,43
Serviços	Unidade	Qtd Total	Preço Unt	Preço Total
Revegetação Manual em Talude de Aterro	Hectare	1	5700	5.700,00
Biomanta	Hectare	1	35000	35.000,00
Aplicação e Fixação de Biomanta	Hectare	1	4.200	4.200,00
Calagem	Hectare	1	3900	3.900,00
Análise de Solo	Unidade	1	345,72	345,72
Adubação de Cobertura Mecanizada	Hectare	1	1700	1.700,00
Ressemeio em Taludes de Corte	Hectare	1	3900	3.900,00
Controle de Formigas	Hectare	1	900	900,00
Sub Total				R\$ 55.645,72
Custo Total = Serviços + Fertilizantes + Sementes / hectare				R\$ 65.002,07

Custos com revegetação em talude de aterro – Plantio mecanizado com hidrossemeador.

Custos de Revegetação em Talude de Aterro / Hectare – Plantio Mecanizado com Hidrossemeador

Custo de Revegetação em Talude de Aterro / Hectare - Plantio Mecanizado				
Fertilizantes	Qtd Kg/Ha	Qtd Total	Preço Unt	Preço Total
NPK 04-14-08	684	1	1,33	909,72
Uréia	200	1	1,88	376,00
FTE BR-12	50	1	1,66	83,00
Calcário Dolomítico	1.500	1	0,25	375,00
Adubo Orgânico	2.280	1	0,29	661,20
Fixador WD-60 H	200	1	5,55	1.110,00
Mulch Peletizado	600	1	1,79	1.074,00
Sub Total	5514			R\$ 4.588,92
Coquetel de Sementes (Leguminosas + Nativas)	Qtd Kg/Ha	Qtd Total	Preço Unt	Preço Total
Aveia	68	1	2,03	138,04
Calopogônio	68	1	17,23	1.171,64
Crotalária	160	1	8,46	1.353,60
Estilosante	46	1	12,06	554,76
Feijão de Porco	90	1	6,01	540,90
Feijão Guandú	68	1	6,01	408,68
Girassol	34	1	6,95	236,30
Milheto	46	1	2,09	96,14
Nabo Forrageiro	90	1	3,92	352,80
Nativas	25	1	196	4.900,00
Sub Total	695			R\$ 9.752,86
Serviços	Unidade	Qtd Total	Preço Unt	Preço Total
Serviço de Hidrossemeadura (Fornecimento e Operação do Equipamento)	Verba	1	3.264,41	3.264,41
Revegetação Mecanizada (Hidrossemeador)	m²	1	0,79	7.900,00
Calagem	Hectare	1	3900	3.900,00
Análise de Solo	Unidade	1	345,72	345,72
Adubação de Cobertura Mecanizada	Hectare	1	1700	1.700,00
Controle de Formigas	Hectare	1	900	900,00
Sub Total				R\$ 18.010,13
Custo Total = Serviços + Fertilizantes + Sementes / hectare				R\$ 32.351,91

Custos com revegetação em talude de corte – Plantio manual.

Custos de Revegetação em Talude de Corte / Hectare – Plantio Manual

Custo de Revegetação em Talude de Corte / Hectare - Plantio Manual				
Fertilizantes	Qtd Kg/Ha	Qtd Total	Preço Unt	Preço Total
NPK 04-14-08	684	1	1,33	909,72
Uréia	200	1	1,88	376,00
FTE BR-12	50	1	1,66	83,00
Adubo Orgânico	2.280	1	0,29	661,20
Sub Total	3214			R\$ 2.029,92
Coquetel de Sementes (Leguminosas + Nativas)	Qtd Kg/Ha	Qtd Total	Preço Unt	Preço Total
Aveia	34	1	2,03	69,02
Calopogônio	34	1	17,23	585,82
Crotalária	80	1	8,46	676,80
Estilosante	23	1	12,06	277,38
Feijão de Porco	45	1	6,01	270,45
Feijão Guandú	34	1	6,01	204,34
Girassol	17	1	6,95	118,15
Milheto	23	1	2,09	48,07
Nabo Forrageiro	45	1	3,92	176,4
Nativas	25	1	196,00	4900,00
Sub Total	360			R\$ 7.326,43
Serviços	Unidade	Qtd Total	Preço Unt	Preço Total
Revegetação Manual em Talude de Corte	Hectare	1	5700	5.700,00
Análise de Solo	Unidade	1	345,72	345,72
Adubação de Cobertura Mecanizada	Hectare	1	1700	1.700,00
Ressemeio em Taludes de Corte	Hectare	1	3900	3.900,00
Controle de Formigas	Hectare	1	900	900,00
Sub Total				R\$ 12.545,72
Custo Total = Serviços + Fertilizantes + Sementes / hectare				R\$ 21.902,07

Custos com revegetação em talude de corte – Plantio manual com aplicação de biomanta.

Custos de Revegetação em Talude de Corte / Hectare – Plantio Manual com Aplicação de Biomanta

Custo de Revegetação em Talude de Corte / Hectare - Plantio Manual com Aplicação de Biomanta				
Fertilizantes	Qtd Kg/Ha	Qtd Total	Preço Unt	Preço Total
NPK 04-14-08	684	1	1,33	909,72
Uréia	200	1	1,88	376,00
FTE BR-12	50	1	1,66	83,00
Adubo Orgânico	2.280	1	0,29	661,20
Sub Total	3214			R\$ 2.029,92
Sementes (Leguminosas + Nativas)	Qtd Kg/Ha	Qtd Total	Preço Unt	Preço Total
Aveia	34	1	2,03	69,02
Calopogônio	34	1	17,23	585,82
Crotalária	80	1	8,46	676,80
Estilosante	23	1	12,06	277,38
Feijão de Porco	45	1	6,01	270,45
Feijão Guandú	34	1	6,01	204,34
Girassol	17	1	6,95	118,15
Milheto	23	1	2,09	48,07
Nabo Forrageiro	45	1	3,92	176,4
Nativas	25	1	196,00	4900,00
Sub Total	360			R\$ 7.326,43
Serviços	Unidade	Qtd Total	Preço Unt	Preço Total
Revegetação Manual em Talude de Corte	Hectare	1	5700	5.700,00
Biomanta	Hectare	1	35000	35.000,00
Aplicação e Fixação de Biomanta	Hectare	1	4.200	4.200,00
Análise de Solo	Unidade	1	345,72	345,72
Adubação de Cobertura Mecanizada	Hectare	1	1700	1.700,00
Ressemeio em Taludes de Corte	Hectare	1	3900	3.900,00
Controle de Formigas	Hectare	1	900	900,00
Sub Total				R\$ 51.745,72
Custo Total = Serviços + Fertilizantes + Sementes / hectare				R\$ 61.102,07

Custos com revegetação em talude de corte – Plantio mecanizado com hidrossemeador.

Custos de Revegetação em Talude de Corte / Hectare – Plantio Mecanizado com Hidrossemeador

Custo de Revegetação em Talude de Corte / Hectare - Plantio Mecanizado com Hidrossemeador				
Fertilizantes	Qtd Kg/Ha	Qtd Total	Preço Unt	Preço Total
NPK 04-14-08	684	1	1,33	909,72
Uréia	200	1	1,88	376,00
FTE BR-12	50	1	1,66	83,00
Adubo Orgânico	2.280	1	0,29	661,20
Fixador WD-60 H	200	1	5,55	1.110,00
Mulch Peletizado	600	1	1,79	1074,00
Sub Total	4014			R\$ 4.213,92
Coquetel de Sementes (Leguminosas + Nativas)	Qtd Kg/Ha	Qtd Total	Preço Unt	Preço Total
Aveia	68	1	2,03	138,04
Calopogônio	68	1	17,23	1.171,64
Crotalaria	160	1	8,46	1.353,60
Estilosante	46	1	12,06	554,76
Feijão de Porco	90	1	6,01	540,90
Feijão Guandú	68	1	6,01	408,68
Girassol	34	1	6,95	236,30
Milheto	46	1	2,09	96,14
Nabo Forrageiro	90	1	3,92	352,80
Nativas	25	1	196	4.900,00
Sub Total	695			R\$ 9.752,86
Serviços	Unidade	Qtd Total	Preço Unt	Preço Total
Serviço de Hidrossemeadura (Fornecimento e Operação do Equipamento)	Verba	1	3.264,41	3.264,41
Revegetação Mecanizada (Hidrossemeador)	m²	1	0,79	7.900,00
Análise de Solo	Unidade	1	345,72	345,72
Adubação de Cobertura Mecanizada	Hectare	1	1700	1.700,00
Controle de Formigas	Hectare	1	900	900,00
Sub Total				R\$ 14.110,13
Custo Total = Serviços + Fertilizantes + Sementes / hectare				R\$ 28.076,91

Custos com revegetação em talude de aterro e áreas planas – Plantio de mudas.

Custos de Revegetação com Plantio de Mudas / Hectare – Talude de Aterro e Área Plana

Custo de Revegetação com Plantio de Mudas / Hectare – Talude de Aterro e Área Plana				
Serviços	Unidade	Qtd Total	Preço Unt	Preço Total
Plantio de Mudas	Hectare	1.111	5,01	5.566,11
NPK 04=14-08 (Plantio de Mudas)	Kg/ha	278	1,33	369,41
Adubo Orgânico	Kg/ha	556	0,29	161,10
Replantio de Mudas	Unidade	111	2,49	276,39
Calagem	Hectare	1	3.900,00	3.900,00
Adubação de Cobertura	Unidade	1.111	0,34	377,74
Controle de Formigas	Hectare	1	900,00	900,00
Custo Total / Hectare				R\$ 11.550,74

Custos com revegetação em talude de aterro e áreas planas – Uso de *Top Soil*.

Custos de Revegetação com uso de Top Soil (Solo Orgânico) / Hectare – Valor Estimado

Custo de Revegetação com uso de Top Soil (Solo Orgânico) / Hectare – Valor Estimado				
Serviços	Unidade	Qtd Total	Preço Unt	Preço Total
Carregamento, transporte e espalhamento de top soil	m³	2.000	37,58	75.160,00
Transporte de top soil	Km	1.000	19,54	19.540,00
Custo Total / Hectare				R\$ 94.700,00

Dados Considerados:

- ✓ 01 Caminhão Basculante: Capacidade 16 m³
- ✓ Média de DMT: 8 KM
- ✓ Espessura da Camada do Top Soil: 20 cm

ANEXO 2 – Tabelas com os resultados das análises químicas das amostras de substratos retiradas nos quatro tratamentos.

Resultado das amostras de solo para o tratamento com ilhas de solo/serrapilheira.

Ilhas de serrapilheira															
Amostra (0-20 cm)	pH (H ₂ O)	P (mg/dm ³)	K (mg/dm ³)	Ca (cmol/dm ³)	Mg (cmol/dm ³)	Al (cmol/dm ³)	H+Al (cmol/dm ³)	SB (cmol/dm ³)	t (cmol/dm ³)	T (cmol/dm ³)	V (%)	m (%)	MO (dag/kg)	P-Rem (mg/L)	
1	5,5	1,42	44,00	0,70	0,30	0,00	2,59	1,11	1,11	3,70	30,08	0,00	1,75	5,79	
2	5,0	1,13	36,00	0,60	0,20	0,40	3,62	0,89	1,29	4,51	19,79	31,01	1,64	25,65	
3	4,7	1,13	44,00	0,90	0,30	0,30	3,62	1,31	1,61	4,93	26,63	18,63	1,99	27,41	
4	5,0	1,13	38,00	0,40	0,10	0,30	4,52	0,60	0,90	5,12	11,67	33,33	1,64	13,75	
5	4,4	1,13	32,00	0,10	0,10	1,10	6,30	0,28	1,38	6,58	4,29	79,71	1,41	22,22	
6	4,8	1,13	34,00	0,10	0,10	0,20	5,05	0,29	0,49	5,34	5,38	40,82	0,54	10,26	
Média	4,9	1,18	38,00	0,47	0,18	0,38	4,28	0,75	1,13	5,03	16,31	33,92	1,50	17,51	
Amostra (0-20 cm)	Zn (mg/dm ³)	Fe (mg/dm ³)	Mn (mg/dm ³)	Cu (mg/dm ³)	B (mg/dm ³)	S (mg/dm ³)	Argila (dag/kg)	Silte (dag/kg)	Areia (dag/kg)	Classe textural					
1	1,42	28,19	423,55	1,64	0,17	23,77	46	26	28	argilosa					
2	1,04	315,55	345,25	1,88	0,15	25,85									
3	1,20	215,49	275,18	1,80	0,17	21,20									
4	1,65	89,52	443,00	3,04	0,15	41,23									
5	0,45	244,27	109,85	0,47	0,19	26,57									
6	0,98	34,14	625,66	2,10	0,17	77,82									
Média	1,12	154,53	370,42	1,82	0,17	36,07									

Plantio de mudas															
Amostra (0-20 cm)	pH (H ₂ O)	P (mg/dm ³)	K (mg/dm ³)	Ca (cmol/dm ³)	Mg (cmol/dm ³)	Al (cmol/dm ³)	H+Al (cmol/dm ³)	SB (cmol/dm ³)	t (cmol/dm ³)	T (cmol/dm ³)	V (%)	m (%)	MO (dag/kg)	P-Rem (mg/L)	
7	5,4	1,42	36,00	0,10	0,10	0,10	2,90	0,29	0,39	3,19	9,16	25,64	0,44	5,01	
8	5,3	1,42	26,00	0,10	0,10	0,10	3,24	0,27	0,37	3,51	7,60	27,03	0,54	5,47	
9	5,4	1,42	36,00	0,10	0,10	0,10	4,04	0,29	0,39	4,33	6,75	25,64	0,44	4,72	
10	5,4	1,42	46,00	0,60	0,20	0,10	2,59	0,92	1,02	3,51	26,15	9,80	0,86	9,56	
11	5,7	1,13	30,00	0,10	0,10	0,10	3,62	0,28	0,38	3,90	7,10	26,32	0,54	18,32	
12	5,7	1,42	32,00	0,10	0,10	0,10	4,04	0,28	0,38	4,32	6,53	26,32	0,34	14,78	
Média	5,5	1,37	34,33	0,18	0,12	0,10	3,41	0,39	0,49	3,79	10,55	23,46	0,53	9,64	
Amostra (0-20 cm)	Zn (mg/dm ³)	Fe (mg/dm ³)	Mn (mg/dm ³)	Cu (mg/dm ³)	B (mg/dm ³)	S (mg/dm ³)	Argila (dag/kg)	Silte (dag/kg)	Areia (dag/kg)	Classe textural					
7	0,72	16,24	455,35	1,69	0,15	65,42	10	55	35	arenosa					
8	0,61	12,76	504,14	2,12	0,15	63,05									
9	0,56	12,91	568,73	1,84	0,10	102,95									
10	1,12	15,48	504,74	2,12	0,19	94,12									
11	0,66	12,12	585,73	2,02	0,10	65,42									
12	0,50	12,05	570,38	2,19	0,08	51,72									
Média	0,70	13,59	531,51	2,00	0,13	73,78									

Resultado das amostras de solo para a área testemunho – rejeito com regeneração natural.

Regeneração natural														
Amostra (0-20 cm)	pH (H ₂ O)	P (mg/dm ³)	K (mg/dm ³)	Ca (cmol/dm ³)	Mg (cmol/dm ³)	Al (cmol/dm ³)	H+Al (cmol/dm ³)	SB (cmol/dm ³)	t (cmol/dm ³)	T (cmol/dm ³)	V (%)	m (%)	MO (dag/kg)	P-Rem (mg/L)
13	5,7	1,42	36,00	0,10	0,10	0,10	3,24	0,29	0,39	3,53	8,28	25,64	0,34	10,63
14	5,6	1,42	32,00	0,10	0,10	0,10	3,62	0,28	0,38	3,90	7,23	26,32	0,24	10,26
15	5,6	1,42	34,00	0,10	0,10	0,10	4,04	0,29	0,39	4,33	6,63	25,64	0,44	10,26
16	5,7	1,42	28,00	0,10	0,10	0,10	3,62	0,27	0,37	3,89	6,99	27,03	0,44	10,26
17	5,6	1,13	34,00	0,10	0,10	0,10	4,04	0,29	0,39	4,33	6,63	25,64	0,44	10,99
18	5,6	1,13	36,00	0,10	0,10	0,10	3,62	0,29	0,39	3,91	7,48	25,64	0,34	8,87
Média	5,6	1,32	33,33	0,10	0,10	0,10	3,70	0,29	0,39	3,98	7,21	25,99	0,37	10,21
Amostra (0-20 cm)	Zn (mg/dm ³)	Fe (mg/dm ³)	Mn (mg/dm ³)	Cu (mg/dm ³)	B (mg/dm ³)	S (mg/dm ³)	Argila (dag/kg)	Silte (dag/kg)	Areia (dag/kg)	Classe textural				
13	0,58	14,57	580,06	2,55	0,10	49,55	13	23	64	arenosa				
14	0,53	11,56	587,05	2,60	0,08	47,40								
15	0,55	10,28	605,38	1,98	0,08	56,15								
16	0,82	13,83	550,89	2,01	0,08	49,55								
17	0,56	10,41	549,12	1,85	0,17	56,15								
18	0,54	12,34	501,98	1,69	0,10	53,92								
Média	0,60	12,17	562,41	2,11	0,10	52,12								

Resultado das amostras de solo para a área testemunho – Floresta Nativa.

Floresta nativa														
Amostra (0-20 cm)	pH (H ₂ O)	P (mg/dm ³)	K (mg/dm ³)	Ca (cmol/dm ³)	Mg (cmol/dm ³)	Al (cmol/dm ³)	H+Al (cmol/dm ³)	SB (cmol/dm ³)	t (cmol/dm ³)	T (cmol/dm ³)	V (%)	m (%)	MO (dag/kg)	P-Rem (mg/L)
19	5,3	1,13	50,00	1,10	0,30	0,10	4,04	1,53	1,63	5,57	27,44	6,13	1,41	11,75
20	5,1	1,13	78,00	1,30	0,60	0,10	4,04	2,10	2,20	6,14	34,20	4,55	2,61	10,63
21	5,1	0,84	64,00	0,90	0,40	0,10	4,52	1,46	1,56	5,98	24,48	6,41	2,74	9,56
22	5,1	1,13	46,00	1,00	0,50	0,10	4,52	1,62	1,72	6,14	26,35	5,81	2,61	10,26
23	5,4	0,84	38,00	2,30	0,70	0,00	3,24	3,10	3,10	6,34	48,86	0,00	2,74	10,63
24	5,4	1,13	32,00	1,50	0,60	0,10	3,24	2,18	2,28	5,42	40,26	4,39	2,11	12,13
Média	5,2	1,03	51,33	1,35	0,52	0,08	3,93	2,00	2,08	5,93	33,60	4,55	2,37	10,83
Amostra (0-20 cm)	Zn (mg/dm ³)	Fe (mg/dm ³)	Mn (mg/dm ³)	Cu (mg/dm ³)	B (mg/dm ³)	S (mg/dm ³)	Argila (dag/kg)	Silte (dag/kg)	Areia (dag/kg)	Classe textural				
19	0,61	14,35	575,32	1,96	0,28	70,26	70	9	21	argilosa				
20	0,37	59,00	255,67	2,45	0,35	85,76								
21	0,39	68,68	192,39	1,94	0,31	88,50								
22	0,34	73,39	184,82	1,62	0,33	65,42								
23	0,39	56,44	224,02	1,54	0,24	47,67								
24	0,29	50,69	143,73	1,96	0,21	44,93								
Média	0,40	53,76	262,66	1,91	0,29	67,09								

ANEXO 3 – Fichas de campo do levantamento florístico realizado em 2014.

Parc	Nº Ár.	Nome Espécies	Nome científico	Familia	Cap	DAP	HC (m)	HT (m)	Obs.
1	1	Ingá de macaco	<i>Inga laurina</i> (Sw.)Willd	Leguminosa-Mimosoideae	55	17,5	4,50	9,00	Bifurcada
1	2	Ingá de macaco	<i>Inga laurina</i> (Sw.)Willd	Leguminosa-Mimosoideae	73	23,2	9,00	13,00	Bifurcada
1	3	Uvarana	<i>Aparisthium cortatum</i> Baill	Euphorbiaceae	21	6,7	2,50	7,00	Trifurcada
1	4	Uvarana	<i>Aparisthium cortatum</i> Baill	Euphorbiaceae	24	7,6	2,00	7,00	Trifurcada
1	5	Uvarana	<i>Aparisthium cortatum</i> Baill	Euphorbiaceae	23	7,3	2,00	7,00	Trifurcada
1	6	Castanhola	<i>Terminalia catappa</i> L.	Combretaceae	72	22,9	8,00	12,00	
1	7	Cassia bessouro	<i>Senna silvestris</i> (Vell.)Irw.&Barnehy var. <i>silvestris</i>	Leguminosa-Caesalpinioideae	46	14,6	3,50	8,00	Bifurcada
1	8	Cassia bessouro	<i>Senna silvestris</i> (Vell.)Irw.&Barnehy var. <i>silvestris</i>	Leguminosa-Caesalpinioideae	39	12,4	3,00	8,00	Bifurcada
1	9	Lacre vermelho de folha grande	<i>Vismia sandwithii</i> Ewan	Ipericaceae (ex Clusiaceae)	47	15,0	3,50	7,00	
2	1	Pente de macaco	<i>Apeiba echinata</i> Gaertner	Tiliaceae	16	5,1	2,50	4,50	
2	2	Cassia bessouro	<i>Senna silvestris</i> (Vell.)Irw.&Barnehy var. <i>silvestris</i>	Leguminosa-Caesalpinioideae	36	11,5	4,50	7,00	Trifurcada
2	3	Cassia bessouro	<i>Senna silvestris</i> (Vell.)Irw.&Barnehy var. <i>silvestris</i>	Leguminosa-Caesalpinioideae	39	12,4	3,50	7,00	Trifurcada
2	4	Cassia bessouro	<i>Senna silvestris</i> (Vell.)Irw.&Barnehy var. <i>silvestris</i>	Leguminosa-Caesalpinioideae	31	9,9	4,50	7,00	Trifurcada
2	5	Cassia bessouro	<i>Senna silvestris</i> (Vell.)Irw.&Barnehy var. <i>silvestris</i>	Leguminosa-Caesalpinioideae	40	12,7	3,50	8,00	Trifurcada
2	6	Cassia bessouro	<i>Senna silvestris</i> (Vell.)Irw.&Barnehy var. <i>silvestris</i>	Leguminosa-Caesalpinioideae	28	8,9	2,50	7,00	Trifurcada
2	7	Cassia bessouro	<i>Senna silvestris</i> (Vell.)Irw.&Barnehy var. <i>silvestris</i>	Leguminosa-Caesalpinioideae	32	10,2	2,50	6,00	Trifurcada
2	8	Cassia bessouro	<i>Senna silvestris</i> (Vell.)Irw.&Barnehy var. <i>silvestris</i>	Leguminosa-Caesalpinioideae	37	11,8	1,50	7,00	Trifurcada

2	9	Cassia bessouro	<i>Senna silvestris</i> (Vell.)Irw.&Barnehy var. <i>silvestris</i>	Leguminosa-Caesalpinioideae	32	10,2	1,50	6,00	Trifurcada
2	10	Cassia bessouro	<i>Senna silvestris</i> (Vell.)Irw.&Barnehy var. <i>silvestris</i>	Leguminosa-Caesalpinioideae	42	13,4	2,00	8,00	Trifurcada
2	11	Fava bolota	<i>Parkia pendula</i> Benth ex Walp.	Leguminosa-Mimosoideae	22	7,0	4,00	6,00	
2	12	Pau jangada	<i>Apeiba tibourbou</i> Aubl.	Malvaceae (ex Tiliaceae)	158	50,3	4,50	9,00	
3	1	Goiaba de anta	<i>Bellucia dichotama</i> Cogn.	Melastomataceae	48	15,3	8,00	11,00	
3	2	Goiaba de anta	<i>Bellucia dichotama</i> Cogn.	Melastomataceae	19	6,0	5,00	7,00	
3	3	Goiaba de anta	<i>Bellucia dichotama</i> Cogn.	Melastomataceae	62	19,7	9,00	11,00	
3	4	Lacre vermelho de folha grande	<i>Vismia sandwithii</i> Ewan	Ipericaceae (ex Clusiaceae)	16	5,1	2,50	5,00	
3	5	Remela de gato	<i>Blekea rosae</i>	Melastomataceae	19	6,0	4,00	6,50	
3	6	Lacre vermelho de folha peluda	<i>Vismia cf.gracilis</i> Hieron	Ipericaceae (ex Clusiaceae)	24	7,6	3,00	5,00	
3	7	Goiaba de anta	<i>Bellucia dichotama</i> Cogn.	Melastomataceae	51	16,2	5,00	8,00	
3	8	Goiaba de anta	<i>Bellucia dichotama</i> Cogn.	Melastomataceae	57	18,1	7,00	11,00	
3	9	Goiaba de anta	<i>Bellucia dichotama</i> Cogn.	Melastomataceae	63	20,1	9,00	11,00	
3	10	Goiaba de anta	<i>Bellucia dichotama</i> Cogn.	Melastomataceae	28	8,9	8,00	9,00	
3	11	Goiaba de anta	<i>Bellucia dichotama</i> Cogn.	Melastomataceae	22	7,0	5,00	7,00	
3	12	Goiaba de anta	<i>Bellucia dichotama</i> Cogn.	Melastomataceae	60	19,1	9,00	11,00	
3	13	Goiaba de anta	<i>Bellucia dichotama</i> Cogn.	Melastomataceae	17	5,4	3,50	5,00	
3	14	Goiaba de anta	<i>Bellucia dichotama</i> Cogn.	Melastomataceae	42	13,4	9,00	11,00	
3	15	Goiaba de anta	<i>Bellucia dichotama</i> Cogn.	Melastomataceae	25	8,0	4,50	6,00	
3	16	Goiaba de anta	<i>Bellucia dichotama</i> Cogn.	Melastomataceae	47	15,0	9,00	11,00	
4	1	Espinheiro preto	<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose	Leguminosa-Mimosoideae	116	36,9	4,00	18,00	
4	2	Pente de macaco	<i>Apeiba echinata</i> Gaertner	Malvaceae (ex Tiliaceae)	32	10,2	3,50	6,00	
4	3	Lacre branco	<i>Vismia cayennensis</i> Jacq	Ipericaceae (ex Clusiaceae)	100	31,8	12,00	17,00	

4	4	Remela de gato	<i>Blekea rosae</i>	Melastomataceae	33	10,5	4,5	7,00	
4	5	Fava camuzê de folha miúda	<i>Stryphnodendron pulcherrimum</i> Willd. Hochr	Leguminosa-Mimosoideae	23	7,3	4	7,00	
4	6	Mutamba	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam	Sterculiaceae	90	28,6	6	14,00	
4	7	Falso pau Brasil	<i>Colubrina glandulosa</i> Perkins	Rhamnaceae	59	18,8	6	14,00	
4	8	Remela de gato	<i>Blekea rosae</i>	Melastomataceae	31	9,9	5	8,00	
4	9	Tinteiro folha miúda	<i>Miconia pyrifolia</i> Naudin	Melastomataceae	28	8,9	2,5	6,00	
4	10	Remela de gato	<i>Blekea rosae</i>	Melastomataceae	23	7,3	4	7,00	Bifurcada
4	11	Remela de gato	<i>Blekea rosae</i>	Melastomataceae	27	8,6	5	8,00	Bifurcada
4	12	Remela de gato 2	<i>Erchenea sp.</i>	Clusiaceae	27	8,6	5	8,00	Bifurcada
4	13	Remela de gato 2	<i>Erchenea sp.</i>	Clusiaceae	28	8,9	2,5	5,00	Bifurcada
5	1	Pará-pará	<i>Jacaranda copaia</i> Aubl. D. Don	Bignoniaceae	60	19,1	9,00	15,00	
5	2	Pente de macaco	<i>Apeiba echinata</i> Gaertner	Tiliaceae	27	8,6	2,50	4,50	
5	3	Lacre vermelho de folha amarela	<i>Vismia latifolia</i> Choisy	Ipericaceae (ex Clusiaceae)	54	17,2	4,00	8,00	
5	4	Sardinheira	<i>Casearia grandiflora</i> Cambess.	Flacourtiaceae	28	8,9	6,00	9,00	
5	5	Pará-pará	<i>Jacaranda copaia</i> Aubl. D. Don	Bignoniaceae	78	24,8	6,00	12,00	
5	6	Lacre vermelho de folha grande	<i>Vismia sandwithii</i> Ewan	Ipericaceae (ex Clusiaceae)	20	6,4	2,50	4,50	
5	7	Lacre vermelho de folha amarela	<i>Vismia latifolia</i> Choisy	Ipericaceae (ex Clusiaceae)	38	12,1	3,50	5,00	Bifurcada
5	8	Lacre vermelho de folha amarela	<i>Vismia latifolia</i> Choisy	Ipericaceae (ex Clusiaceae)	25	8,0	3,50	5,00	Bifurcada
5	9	Lacre vermelho de folha amarela	<i>Vismia latifolia</i> Choisy	Ipericaceae (ex Clusiaceae)	26	8,3	5,00	7,00	
5	10	Uvarana	<i>Aparisthium cortatum</i> Baill	Euphorbiaceae	26	8,3	2,50	6,00	
5	11	Lacre vermelho de folha amarela	<i>Vismia latifolia</i> Choisy	Ipericaceae (ex Clusiaceae)	40	12,7	2,00	8,00	

5	12	Louro fofo	<i>Rhodostemonodaphne grandis</i> Mez Rohwer	Lauraceae	17	5,4	2,50	5,00	
5	13	Cedro vermelho	<i>Cedrella odorata</i> L	Meliaceae	19	6,0	2,50	4,00	
5	14	Tamanqueira de folha grande	<i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engl.	Rutaceae	28	8,9	3,50	5,00	
5	15	Lacre vermelho de folha grande	<i>Vismia sandwithii</i> Ewan	Ipericaceae (ex Clusiaceae)	57	18,1	5,00	9,00	
6	1	Lacre vermelho de folha amarela	<i>Vismia latifolia</i> Choisy	Ipericaceae (ex Clusiaceae)	52	16,6	4,00	8,00	
6	2	Lacre vermelho de folha grande	<i>Vismia sandwithii</i> Ewan	Ipericaceae (ex Clusiaceae)	20	6,4	2,50	5,00	
6	3	Espetorana da folha grande	<i>Vouarana guianensi</i> Aubl.	Sapindaceae	15	4,8	2,50	6,00	
6	4	Ingá de macaco	<i>Inga laurina</i> (Sw.)Willd	Leguminosa-Mimosoideae	57	18,1	3,50	8,00	Trifurcada
6	5	Ingá de macaco	<i>Inga laurina</i> (Sw.)Willd	Leguminosa-Mimosoideae	50	15,9	3,50	8,00	Trifurcada
6	6	Ingá de macaco	<i>Inga laurina</i> (Sw.)Willd	Leguminosa-Mimosoideae	43	13,7	4,00	8,00	Trifurcada
6	7	Ingá de macaco	<i>Inga laurina</i> (Sw.)Willd	Leguminosa-Mimosoideae	42	13,4	2,50	7,00	
6	8	Espinheiro preto	<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose	Leguminosa-Mimosoideae	26	8,3	6,00	10,00	
6	9	Espinheiro preto	<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose	Leguminosa-Mimosoideae	16	5,1	6,00	7,00	
6	10	Lacre vermelho de folha amarela	<i>Vismia latifolia</i> Choisy	Ipericaceae (ex Clusiaceae)	57	18,1	5,00	8,00	
6	11	Murupita	<i>Sapium glandulatum</i> Pax.	Euphorbiaceae	62	19,7	8,00	14,00	
6	12	Murupita	<i>Sapium glandulatum</i> Pax.	Euphorbiaceae	80	25,5	8,00	14,00	
6	13	Pente de macaco	<i>Apeiba echinata</i> Gaertner	Tiliaceae	40	12,7	6,00	8,00	
6	14	Cassia bessouro	<i>Senna silvestris</i> (Vell.)Irw.&Barnehy var.silvestris	Leguminosa-Caesalpinioideae	37	11,8	5,00	9,00	Trifurcada

6	15	Cassia bessouro	<i>Senna silvestris</i> (Vell.)Irw.&Barnehy var.silvestris	Leguminosa-Caesalpinioideae	35	11,1	2,50	9,00	Trifurcada
6	16	Cassia bessouro	<i>Senna silvestris</i> (Vell.)Irw.&Barnehy var.silvestris	Leguminosa-Caesalpinioideae	51	16,2	2,50	9,00	Trifurcada
6	17	Pente de macaco	<i>Apeiba echinata</i> Gaertner	Tiliaceae	20	6,4	5,00	7,00	
6	18	Goiaba de anta	<i>Bellucia dichotoma</i> Cogn.	Melastomataceae	28	8,9	6,00	8,00	
6	19	Lacre vermelho de folha amarela	<i>Vismia latifolia</i> Choisy	Ipericaceae (ex Clusiaceae)	19	6,0	2,50	6,00	Bifurcada
6	20	Lacre vermelho de folha amarela	<i>Vismia latifolia</i> Choisy	Ipericaceae (ex Clusiaceae)	18	5,7	2,50	5,00	Bifurcada
6	21	Fava de boi	<i>Parkia platycephala</i> Benth	Leguminosa-Mimosoideae	16	5,1	1,50	6,00	
7	1	Murupita	<i>Sapium glandulatum</i> Pax.	Euphorbiaceae	64	20,4	6,00	9,00	
7	2	Lacre vermelho de folha amarela	<i>Vismia latifolia</i> Choisy	Ipericaceae (ex Clusiaceae)	40	12,7	2,50	7,00	
7	3	Cedro vermelho	<i>Cedrella odorata</i> L	Meliaceae	16	5,1	2,50	5,00	
7	4	Cedro vermelho	<i>Cedrella odorata</i> L	Meliaceae	25	8,0	4,50	6,00	
7	5	Vira bode folha grande	<i>Annona insignis</i> R. E. Fr.	Annonaceae	16	5,1	2,50	3,50	
7	6	Lacre vermelho de folha amarela	<i>Vismia latifolia</i> Choisy	Ipericaceae (ex Clusiaceae)	30	9,5	2,50	4,00	
8	1	Mutamba	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam	Sterculiaceae	86	27,4	7,00	12,00	
8	2	Tamanqueira de folha grande	<i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engl.	Rutaceae	42	13,4	6,00	8,00	
8	3	Lacre vermelho de folha amarela	<i>Vismia latifolia</i> Choisy	Ipericaceae (ex Clusiaceae)	58	18,5	2,50	4,50	Quebrada
8	4	Pau jacaré	<i>Laetia procera</i> (Poepp).Eichler	Flacourtiaceae	47	15,0	5,00	8,00	
8	5	Uvarana	<i>Aparisthium cortatum</i> Baill	Euphorbiaceae	28	8,9	4,00	7,00	
8	6	Pará-pará	<i>Jacaranda copaia</i> Aubl. D. Don	Bignoniaceae	80	25,5	12,00	15,00	

8	7	Espetorana da folha grande	<i>Vouarana guianensi</i> Aubl.	Sapindaceae	27	8,6	5,00	7,00	
8	8	Uvarana	<i>Aparisthmium cortatum</i> Baill	Euphorbiaceae	40	12,7	3,50	6,00	
8	9	Fava camuzê de folha miúda	<i>Stryphnodendron pulcherrimum</i> Willd. Hochr	Leguminosa-Mimosoideae	70	22,3	4,00	10,00	
8	10	Vira bode folha grande	<i>Annona insignis</i> R. E. Fr.	Annonaceae	53	16,9	6,00	9,00	
8	11	Remela de gato	<i>Blekea rosae</i>	Melastomataceae	23	7,3	6,00	8,00	
8	12	Pau jacaré	<i>Laetia procera</i> (Poepp).Eichler	Flacourtiaceae	37	11,8	4,00	8,00	
8	13	Uvarana	<i>Aparisthmium cortatum</i> Baill	Euphorbiaceae	38	12,1	3,50	7,00	Bifurcada
8	14	Uvarana	<i>Aparisthmium cortatum</i> Baill	Euphorbiaceae	28	8,9	1,50	6,00	Bifurcada
9	1	Cassia bessouro	<i>Senna silvestris</i> (Vell.)Irw.&Barnehy var.silvestris	Leguminosa-Caesalpinioideae	40	12,7	2,50	8,00	Trifurcada (caída)
9	2	Cassia bessouro	<i>Senna silvestris</i> (Vell.)Irw.&Barnehy var.silvestris	Leguminosa-Caesalpinioideae	41	13,1	3,50	8,00	Trifurcada (caída)
9	3	Cassia bessouro	<i>Senna silvestris</i> (Vell.)Irw.&Barnehy var.silvestris	Leguminosa-Caesalpinioideae	42	13,4	2,50	8,00	Trifurcada (caída)
9	4	Cassia bessouro	<i>Senna silvestris</i> (Vell.)Irw.&Barnehy var.silvestris	Leguminosa-Caesalpinioideae	56	17,8	2,50	10,00	Quadrifurcada
9	5	Cassia bessouro	<i>Senna silvestris</i> (Vell.)Irw.&Barnehy var.silvestris	Leguminosa-Caesalpinioideae	44	14,0	2,50	9,00	Quadrifurcada
9	6	Cassia bessouro	<i>Senna silvestris</i> (Vell.)Irw.&Barnehy var.silvestris	Leguminosa-Caesalpinioideae	40	12,7	4,00	9,00	Quadrifurcada
9	7	Cassia bessouro	<i>Senna silvestris</i> (Vell.)Irw.&Barnehy var.silvestris	Leguminosa-Caesalpinioideae	39	12,4	4,50	9,00	Quadrifurcada
9	8	Lacre vermelho de folha amarela	<i>Vismia latifolia</i> Choisy	Clusiaceae	17	5,4	5,00	8,00	
9	9	Muricí comum	<i>Byrsonima crassifolia</i> H.B.K	Malpighiaceae	17	5,4	1,50	3,50	
9	10	Remela de gato	<i>Blekea rosae</i>	Melastomataceae	21	6,7	4,50	6,50	

9	11	Lacre vermelho de folha grande	<i>Vismia sandwithii</i> Ewan	Clusiaceae	32	10,2	3,50	5,50	
9	12	Ingá de macaco	<i>Inga laurina</i> (Sw.)Willd	Leguminosa-Mimosoideae	72	22,9	1,50	8,00	
10	1	Uvarana	<i>Aparisthmium cortatum</i> Baill	Euphorbiaceae	37	11,8	3,50	6,00	
10	2	Uvarana	<i>Aparisthmium cortatum</i> Baill	Euphorbiaceae	27	8,6	3,50	6,00	
10	3	Cassia bessouro	<i>Senna silvestris</i> (Vell.)Irw.&Barnehy var.silvestris	Leguminosa-Caesalpinioideae	37	11,8	3,50	6,00	
10	4	Cassia bessouro	<i>Senna silvestris</i> (Vell.)Irw.&Barnehy var.silvestris	Leguminosa-Caesalpinioideae	49	15,6	3,50	6,00	
11	1	Ingá de macaco	<i>Inga laurina</i> (Sw.)Willd	Leguminosa-Mimosoideae	40	12,7	2,00	7,00	Trifurcada
11	2	Ingá de macaco	<i>Inga laurina</i> (Sw.)Willd	Leguminosa-Mimosoideae	41	13,1	1,50	6,00	Trifurcada
11	3	Ingá de macaco	<i>Inga laurina</i> (Sw.)Willd	Leguminosa-Mimosoideae	32	10,2	2,00	5,00	Trifurcada
11	4	Uvarana	<i>Aparisthmium cortatum</i> Baill	Euphorbiaceae	16	5,1	1,50	4,00	
11	5	Lacre vermelho de folha amarela	<i>Vismia latifolia</i> Choisy	Clusiaceae	25	8,0	1,80	4,50	
11	6	Ingá de macaco	<i>Inga laurina</i> (Sw.)Willd	Leguminosa-Mimosoideae	37	11,8	1,50	6,00	Tifurcada
11	7	Ingá de macaco	<i>Inga laurina</i> (Sw.)Willd	Leguminosa-Mimosoideae	40	12,7	1,50	6,00	Tifurcada
11	8	Ingá de macaco	<i>Inga laurina</i> (Sw.)Willd	Leguminosa-Mimosoideae	50	15,9	2,00	8,00	Tifurcada
11	9	Lacre vermelho de folha amarela	<i>Vismia latifolia</i> Choisy	Clusiaceae	25	8,0	2,50	6,00	
11	10	Lacre vermelho de folha amarela	<i>Vismia latifolia</i> Choisy	Clusiaceae	45	14,3	2,50	5,00	
11	11	Goiaba de anta	<i>Bellucia dichotoma</i> Cogn.	Melastomataceae	38	12,1	4,50	5,00	
11	12	Goiaba de anta	<i>Bellucia dichotoma</i> Cogn.	Melastomataceae	28	8,9	4,50	5,00	
12		Sem espécies CAP>15cm				0,0			
13	1	Mirinba folha miúda	<i>Buchenavia parvifolia</i> Ducke	Combretaceae	50	15,9	2,00	9,50	
14		Sem espécies CAP>15cm				0,0			
15		Sem espécies CAP>15cm				0,0			

16	1	Lacre vermelho de folha amarela	<i>Vismia latifolia</i> Choisy	Clusiaceae	26	8,3	2,50	5,00	
16	2	Uvarana	<i>Aparisthium cortatum</i> Baill	Euphorbiaceae	16	5,1	2,50	5,00	
16	3	Uvarana	<i>Aparisthium cortatum</i> Baill	Euphorbiaceae	16	5,1	2,50	5,00	
16	4	Lacre vermelho de folha amarela	<i>Vismia latifolia</i> Choisy	Clusiaceae	16	5,1	4,00	6,00	
16	5	Tamanqueira de folha grande	<i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engl.	Rutaceae	18	5,7	2,00	4,50	
16	6	Embaúba vermelha	<i>Cecropia distachya</i> Huber	Urticaceae (ex Cecropiaceae)	26	8,3	7,00	9,00	
16	7	Tamanqueira de folha grande	<i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engl.	Rutaceae	37	11,8	4,00	7,00	
16	8	Cassia bessouro	<i>Senna silvestris</i> (Vell.)Irw.&Barnehy var. <i>silvestris</i>	Leguminosa-Caesalpinioideae	18	5,7	3,50	5,00	
16	9	Envira preta cheirosa	<i>Guatteria poeppigiana</i> Mart.	Annonaceae	16	5,1	1,70	4,00	
16	10	Tamanqueira de folha grande	<i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engl.	Rutaceae	24	7,6	4,00	7,00	
17	1	Acácia	<i>Acacia mangium</i> Wild	Leguminosa-Mimosoideae	80	25,5	5,00	9,00	
18	1	Coração de Negro	<i>Albizia lebbbeck</i> (L.) Benth.	Leguminosa-Mimosoideae	32	10,2	1,60	9,00	
18	2	Tamanqueira de folha grande	<i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engl.	Rutaceae	41	13,1	2,10	10,00	
18	3	Tamanqueira de folha grande	<i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engl.	Rutaceae	40	12,7	1,60	10,00	
18	4	Lacre vermelho de folha amarela	<i>Vismia latifolia</i> Choisy	Clusiaceae	24	7,6	1,55	8,00	
18	5	Lacre vermelho de folha amarela	<i>Vismia latifolia</i> Choisy	Clusiaceae	31	9,9	4,50	11,00	
18	6	Lacre vermelho de folha amarela	<i>Vismia latifolia</i> Choisy	Clusiaceae	24	7,6	2,65	9,00	

18	7	Goiaba de anta	<i>Bellucia dichotama Cogn.</i>	Melastomataceae	25	8,0	4,00	9,00	
18	8	Lacre vermelho de folha amarela	<i>Vismia latifolia Choisy</i>	Clusiaceae	26	8,3	3,00	9,00	
18	9	Lacre vermelho de folha grande	<i>Vismia sandwithii Ewan</i>	Ipericaceae (ex Clusiaceae)	24	7,6	3,50	8,00	
18	10	Uvarana	<i>Aparisthmium cortatum Baill</i>	Euphorbiaceae	40	12,7	1,60	9,00	
18	11	Coração de Negro	<i>Albizia lebbbeck (L.) Benth.</i>	Leguminosa-Mimosoideae	37	11,8	2,70	9,00	
18	12	Goiaba de anta	<i>Bellucia dichotama Cogn.</i>	Melastomataceae	21	6,7	2,00	9,00	Bifurcada
18	13	Goiaba de anta	<i>Bellucia dichotama Cogn.</i>	Melastomataceae	41	13,1	2,00	9,00	Bifurcada
18	14	Coração de Negro	<i>Albizia lebbbeck (L.) Benth.</i>	Leguminosa-Mimosoideae	28	8,9	4,00	10,00	
18	15	Coração de Negro	<i>Albizia lebbbeck (L.) Benth.</i>	Leguminosa-Mimosoideae	33	10,5	4,20	10,00	
18	16	Coração de Negro	<i>Albizia lebbbeck (L.) Benth.</i>	Leguminosa-Mimosoideae	38	12,1	4,50	10,00	
18	17	Coração de Negro	<i>Albizia lebbbeck (L.) Benth.</i>	Leguminosa-Mimosoideae	32	10,2	4,20	10,00	
18	18	Coração de Negro	<i>Albizia lebbbeck (L.) Benth.</i>	Leguminosa-Mimosoideae	33	10,5	3,20	10,00	
19		Sem espécies CAP>15cm				0,0			
20		Sem espécies CAP>15cm				0,0			