



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

**AVALIAÇÃO DA REVEGETAÇÃO DE ÁREAS MINERADAS NA  
FLORESTA NACIONAL DO JAMARI, RO**

**NAYARA DORIGON RODRIGUES**

**ORIENTADOR**

**PROF. DR. CARLOS ALBERTO MORAES PASSOS**

**SEROPÉDICA, RJ**

**Dezembro – 2009**



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

**AVALIAÇÃO DA REVEGETAÇÃO DE ÁREAS MINERADAS NA  
FLORESTA NACIONAL DO JAMARI, RO**

**NAYARA DORIGON RODRIGUES**

**Monografia apresentada ao Curso de  
Engenharia Florestal, como requisito  
parcial para a obtenção do Título de  
Engenheiro Florestal, Instituto de  
Florestas da Universidade Federal  
Rural do Rio de Janeiro.**

**Sob orientação do professor  
*Dr Carlos Alberto Moraes Passos***

**SEROPÉDICA, RJ  
Dezembro - 2009**

NAYARA DORIGON RODRIGUES

AVALIAÇÃO DA REVEGETAÇÃO DE ÁREAS MINERADAS NA FLORESTA  
NACIONAL DO JAMARI, RO

**Aprovada em: 17 /12 /2009**

Banca examinadora:

---

Carlos Alberto Moraes Passos  
DS /IF/UFRRJ  
(Orientador)

---

Tokitika Morokawa  
DS /IF/UFRRJ  
(Membro Titular)

---

Ester Bullich Villa  
PPGCAF/IF/UFRRJ  
(Membro Titular)

Dedico,

A minha família.

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, por toda orientação e força concedida durante este período e por estar ao meu lado em todos os momentos.

A minha família, sem a qual eu nada seria.

Ao Professor Roberto Carlos da Costa Lelis, pelos ensinamentos e anos de dedicação em minha orientação durante as bolsas de iniciação científica e estágios.

Ao Professor Carlos Alberto Moraes Passos pela orientação neste trabalho.

Ao Professor Jorge Mitiyo Maêda pela ajuda nas análises estatística

Aos amigos e colegas de curso e da universidade que muito me ensinaram fora das salas de aulas, em especial a Alice, Alisson, Flávia, Mariana , Gustavo e Shana.

Ao Rodrigo por todo apoio e carinho dedicados a mim nesta reta final.

A Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, que possibilitou a minha formação.

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi analisar a revegetação realizada para recuperação de áreas degradadas pela mineração de cassiterita na Floresta Nacional do Jamari, RO. A área de estudo abrangeu as formações vegetais resultantes da revegetação das minas 14 de Abril, Cacimba, Duduca, Novo Mundo, Poço B, Santa Maria e Serra da Onça. Procurou-se verificar as interações entre os substratos Piso de Lavra, Rejeito Capeado, Rejeito Seco e Rejeito Úmido e os níveis de recuperação 3, 4, 5 e 6 juntamente com as composições florestais resultantes do processo de revegetação. As análises foram feitas através do cálculo dos parâmetros fitossociológicos de densidade e frequência, Índice de Regeneração (resultante da integração entre a densidade e frequência) e dos índices de diversidade de Shannon-Weaver ( $H'$ ), Índice de equabilidade de Pielou, Quociente de mistura de Jentsch (QM), percentual de mortalidade, percentual de regeneração natural e análise das alturas das espécies. As espécies *Syzygium cumini*, *Tabebuia incana*, *Inga gracilifolia*, *Euterpe oleracea* confirmaram seu alto potencial para serem utilizadas em recuperação de áreas degradadas. As minas 14 de Abril, Santa Maria e Serra da Onça foram as que apresentaram os melhores estados de revegetação e o pior estado é verificado na mina Duduca. Analisando-se todas as variáveis: vegetação por mina, vegetação por substrato e vegetação por nível de recuperação, pode-se afirmar que quanto maior a diversidade de famílias e espécies presentes mais positiva é a avaliação da revegetação.

**Palavras-chave: estrutura vertical, regeneração, recuperação**

## ABSTRACT

The objective of this study was to analyze the re-vegetation carried out for the recovery of degraded areas by tin mining in the Jamari National Forest, RO. The study area covered the vegetation formed resulting from the re-vegetation of mine 14 de Abril, Cacimba, Duda, Novo Mundo, Poço B, Santa Maria and Serra da Onça. It was verified the interactions among the substrates Floor Extraction, Waste capped, Waste Dry and Wet and the recovery levels 3, 4, 5 and 6 among the forest composition of the process of re-vegetation. The analysis was made by calculating the phytosociological parameters of density and frequency of regeneration index (resulting from the integration between density and frequency) and the diversity index of Shannon-Weaver ( $H'$ ) index of evenness, the mixing ratio of Jentsch (QM), percentage of mortality, percentage of natural regeneration and analysis of the heights of the species. Species *Syzygium cumini*, *Tabebuia incana*, *Inga gracilifolia*, *Euterpe oleracea* confirmed its high potential for use in land restoration. Mines April 14, Santa Maria and Serra da Jaguar showed the best states of revegetation and the worst state is checked at the mine Duda. Analyzing all the variables: vegetation for mine, substrate and vegetation by vegetation by the level of recovery, it can be stated that the greater the diversity of families and species is more positive the re-vegetation evaluation.

**Keywords:** vertical structure, regeneration, recovery

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	x
LISTA DE TABELAS .....	xi
1 INTRODUÇÃO .....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA .....	1
2.1 Problemas Ambientais Causados Pela Mineração.....	1
2.1.1 Impacto sobre o solo .....	2
2.1.2 Impacto sobre as águas.....	2
2.1.3 Impacto sobre a vegetação.....	3
2.1.4 Impacto sobre a paisagem.....	3
2.1.5 Impacto na fauna .....	3
2.2 Recuperação de Área Degradada Através da Revegetação.....	4
3 OBJETIVO .....	5
4 MATERIAL E MÉTODOS .....	5
4.1 Caracterização da Área .....	5
4.1.1 Descrição dos substratos.....	6
4.2 Histórico da Área.....	6
4.3 Coleta de Dados.....	7
4.4 Análise de Dados .....	8
4.4.1 Identificação Florística .....	8
4.4.2 Parâmetros fitossociológicos .....	8
4.4.3. Diversidade e equabilidade.....	9
4.5 Altura.....	10
4.6 Regeneração natural e mortalidade .....	10
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	11
5.1 Florística .....	11
5.2 Substratos .....	16
5.3 Níveis de Recuperação.....	19
5.4 Variação da altura .....	19
5.4.1 Variação da altura entre espécies .....	19
5.4.2 Variação da altura nos substratos .....	22
5.4.3 Variação da altura entre os níveis.....	22



5.5 Regeneração Natural e Mortalidade .....	22
6 CONCLUSÃO .....	24
7 RECOMENDAÇÕES .....	25
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	25
ANEXO 1 Mapa de localização das minas revegetadas, na Floresta Nacional do Jamari, RO. ....	29
ANEXO 2 Teste de Kruskal-Wallis para a variável altura, comparação de médias duas a duas. Das espécies amostradas na Floresta Nacional do Jamari, RO. Onde DE significa que as espécies diferem estatisticamente entres si.....	30

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Densidade absoluta de indivíduos por hectare dos substratos amostrados nas áreas revegetadas da Floresta Nacional do Jamari, RO .....	17
<b>Figura 2.</b> Área de rejeito seco em recuperação na Floresta Nacional do Jamari, RO .....	18
<b>Figura 3.</b> Distribuição das altura das espécies amostradas nas minas revegetadas na Floresta Nacional Jamari, RO. ....	21

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Percentual de cada substrato presente nas áreas revegetadas, na Floresta Nacional do Jamari, RO.....	6
Tabela 2. Níveis de recuperação utilizados no processo de revegetação de áreas degradadas pela mineração de cassiterita, na Floresta Nacional do Jamari, RO.....	7
Tabela 3 . Número de parcelas distribuídas entre as minas, os diferentes níveis e substratos na Floresta Nacional do Jamari, RO.....	8
Tabela 4. Relação das espécies encontradas nas parcelas de revegetação utilizadas para recuperação de área degradada pela mineração de cassiterita na Floresta Nacional do Jamari , RO. ....	11
Tabela 5.Relação das famílias em ordem decrescente de Índice de Regeneração Relativa amostradas nas áreas revegetadas na Floresta Nacional do Jamari, RO. Em que : Freqüência Absoluta (FA), Freqüência Relativa (FR), Densidade Absoluta (DA), Densidade Relativa (DR), Índice de Regeneração (IR), Índice de Regeneração Relativo (IRR). ....	13
Tabela 6.Relação das espécies em ordem decrescente de Índice de Regeneração Relativa amostradas nas áreas revegetadas na Floresta Nacional do Jamari, RO. Em que: Freqüência Absoluta (FA), Freqüência Relativa (FR), Densidade Absoluta (DA), Densidade Relativa (DR), Índice de Regeneração (IR), Índice de Regeneração Relativo (IRR). ....	14
Tabela 7. Valores dos índices de diversidade, equabilidade, quociente de mistura e densidade da revegetação nas minas da Floresta Nacional do Jamari, RO .....	16
Tabela 8 . Valores de índice de Shannon-Weaver (H'), Pielou (J'), quociente de mistura (QM) e mortalidade encontrados nos substratos na Floresta Nacional do Jamari, RO. ....	17
Tabela 9. Valores de índice de Shannon-Weaver (H'), Pielou (J'), quociente de mistura (QM), densidade absoluta (DA) e mortalidade encontrados nos substratos na Floresta Nacional do Jamari, RO.....	19
Tabela 10. Altura média das 24 espécies mais importantes amostradas em áreas de revegetação realizada para recuperação de área degradada pela mineração de cassiterita, na Floresta Nacional do Jamari, RO.....	20
Tabela 11. Médias das alturas das plantas encontradas nos substratos: Piso de lavra(PI), Rejeito Capeado(RC), Rejeito seco(RS), Rejeito (RU), na Floresta Nacional do Jamari,RO. ....	22
Tabela 12. Médias das altura das plantas nos diferentes níveis estudadas na Floresta Nacional do Jamari, RO.....	22
Tabela 14. Número de indivíduos e forma de dispersão das espécies que regeneraram naturalmente, nas áreas revegetadas na minas na Floresta Nacional do Jamari, RO. ....	23



## 1 INTRODUÇÃO

A Floresta Nacional do Jamari-RO (FLONA) vem sendo utilizada para a exploração mineral de cassiterita desde a década de 60. Esta atividade, inicialmente, era realizada de forma manual por garimpeiros que migraram para lá quando a indústria extrativa da borracha na região amazônica começou a declinar.

A FLONA do Jamari foi criada em 1984, 20 anos após o início das atividades de garimpagem e mineração. Atualmente, a FLONA do Jamari possui uma área total de 215 mil hectares, sendo uma unidade de conservação de uso sustentável, integrante do Sistema Nacional de Conservação da Natureza (SNUC) administrada pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) que pode ser gerida de forma direta ou por meio de concessão florestal.

Segundo o Plano de Manejo da FLONA do Jamari, existe um grande potencial para exploração mineral. Por isso, várias áreas foram disponibilizadas para a pesquisa mineral, concessão e lavra. Estima-se que 88,3% (196.974 ha) da área da Floresta Nacional do Jamari seja hoje demarcada por alvarás de pesquisa mineral e portarias de lavras.

KOPEZINSKI (2000) afirma ser inegável que a mineração assuma importância decisiva para o desenvolvimento no mundo moderno, entretanto, esta atividade deixa imensas áreas degradadas que, na maioria das vezes, não podem ser ocupadas racionalmente. E afirma ainda que:

*“Minerar é uma das atividades mais primitivas exercidas pelo homem como fonte de sobrevivência e produção de bens sociais e industriais. A forma de extrair os bens minerais que a natureza nos oferece tem sido aprimorada nos últimos cinquenta anos. Como atividade extrativa, a mineração exercida sem técnicas adequadas e sem controle, pode deixar um quadro de degradação oneroso na área que a abriga. A atividade mineral requer, para seu êxito, cuidadoso planejamento a partir do conhecimento efetivo da situação, a adoção de tecnologia evoluída e aplicável ao caso específico por uma equipe qualificada e o restabelecimento das condições anteriores encontradas ou recomendadas”.*

No Brasil, desde 1989 todas as empresas de mineração são obrigadas a apresentar ao órgão ambiental um Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD), documento que preconiza a adoção de procedimentos para estabelecer ou restabelecer a cobertura vegetal nas áreas degradadas, prática conhecida como revegetação entre outras medidas (ALMEIDA *et al.*, 2005).

Em recuperação de áreas degradadas pela mineração, a revegetação é considerada parte essencial, não só pelo plantio de espécies vegetais, mas também pela seleção adequada destas, visando reconstituir e acelerar o processo de sucessão natural (LOURENZO, 1991 *apud* SOUZA *et al.*, 2001).

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Problemas Ambientais Causados Pela Mineração

A mineração é uma das atividades humanas que mais contribui para alteração da superfície terrestre, afetando o local de mineração e ao redor, provocando impactos sobre a

água, o ar, o solo, o subsolo e a paisagem como um todo, os quais são sentidos por toda população (GRIFFITH, 1980).

Uma ocupação em larga escala, descontrolada e indiscriminada em áreas de floresta, como a Amazônica pode causar conseqüências ecológicas definitivas, como: destruição de bancos genéticos, degradação dos solos, alterações climáticas e dos ciclos hidrológicos, dentre outras. Sendo o Brasil um país em desenvolvimento, é evidente que a exploração de suas jazidas minerais torna-se necessária, a fim de promover incrementos econômicos. Uma exploração controlada e racional dos minérios da região Amazônica torna-se aceitável, desde que as áreas degradadas sejam adequadamente recuperadas (LONGO, 2005).

Para embasamento deste trabalho trataremos dos principais impactos causados sobre o solo, água, vegetação, paisagem e fauna.

### **2.1.1 Impacto sobre o solo**

A qualidade do sistema solo é definida por suas funções, que representam uma combinação de suas propriedades físicas, químicas e biológicas, as quais, por sua vez, provêm um meio para o crescimento de plantas, regulam o fluxo de água no ambiente e servem como tampão na formação, atenuação e degradação de compostos nocivos ao ambiente, pois sustentam uma enorme população de microrganismos (DORAN & PARKIN, 1994; SPOSITO, 1998).

Os principais problemas edáficos encontrados em áreas de empréstimo ou mineradas, são a compactação do material exposto, as baixas taxas de infiltração e capacidade de armazenamento de água, a deficiência de oxigênio, a alta resistência à penetração de raízes, o aumento da densidade do solo e a falta de matéria orgânica (MOREIRA, 2004 *apud* RODRIGUES *et al.*, 2007).

Empreendimentos que envolvem a remoção do solo e deixam o substrato litólico exposto, envolvem profundas modificações no equilíbrio ambiental dos ecossistemas, podendo demandar várias dezenas de anos para adquirir níveis de equilíbrio homeostático incipiente. Os substratos remanescentes, além de estarem desprovidos de atributos físicos e químicos que permitam a colonização vegetal espontânea, apresentam-se suscetíveis a ação dos processos erosivos (VALCARCEL, 1998).

### **2.1.2 Impacto sobre as águas**

A atividade mineraria impacta a qualidade e a quantidade das águas superficiais e subsuperficiais. O processo de mineração a céu aberto envolve o desvio das águas superficiais das áreas que serão mineradas, para evitar a ocorrência de erosão, assoreamento e contaminações física e química (IBAMA, 1990).

Abaixo estão listados alguns problemas decorrentes da mineração sobre os recursos hídricos:

- Deposição direta de estéril em cursos d'água, lançamento de rejeitos, bombeamento de água com carga sólida ou solúvel para rebaixamento do lençol freático nos cursos d'água, turbilhonamento dos aluviões na operação de drenagem, lançamento de esgotos sanitários e óleos de oficina;

- Impacto direto nos parâmetros físicos da corrente fluvial, como: geometria do canal, elevação do leito, composição e estabilidade do substrato, velocidade, turgidez, transporte de sedimentos, vazão e temperatura (OLIVEIRA & MELO, 2007);
- Modificação do leito dos cursos d'água e alteração da vazão (IBAMA,2005);
- Assoreamento do leito dos cursos d'água, devido à retirada da vegetação das áreas de preservação permanente, transporte de particulados, causando danos a toda a cadeia biológica, em especial a ictiofauna, a jusante dos locais de exploração mineral;
- Destruição dos leitos dos rios (FARIAS, 2002);
- Represamento que modifica a drenagem presente no local, transformando o corpo d' água de lótico para lântico.

### **2.1.3 Impacto sobre a vegetação**

A vegetação é um fator fortemente impactado pelo processo de lavra. Além da sua remoção para a extração do minério são alteradas as fontes de propágulos, os agentes de dispersão, as condições microclimáticas e o substrato para o estabelecimento dos ingressos vegetativos. Estes fatores são essenciais à sucessão e quando um ou mais desses estão ausentes ou sem condições de reagir prontamente, o processo como um todo pode ser mais lento. Neste caso, os mecanismos biológicos e, ou, fatores abióticos estão comprometidos, não permitindo que a dinâmica da sucessão natural se processe.

A perturbação contínua de uma área pode levar ao esgotamento progressivo do banco de sementes, tornando o local com restrições para regenerar na primeira fase da sucessão (KAGEYAMA *et al.*,1989), além de normalmente esses locais apresentarem-se bastante aberto e ensolarado propiciando a entrada de gramíneas, que impedem a regeneração natural da floresta (NOGUEIRA & NOGUEIRA, 1991).

### **2.1.4 Impacto sobre a paisagem**

Os impactos topográficos, edáficos, vegetativos e hídricos provocados pela mineração de superfície manifestam-se mais obviamente no aspecto estético. A mineração desfigura a topografia, elimina a vegetação, os solos e os cursos de água, mudados em sua coloração e textura (GRIFFIH, 1980).

### **2.1.5 Impacto na fauna**

São causados principalmente pela destruição de habitats decorrentes das modificações no sistema de drenagem, seja pela construção de barragens ou pelo desvio das águas dos rios e igarapés, com o objetivo de fornecer água para a lavagem do minério.

A atividade mineradora causa entre outros problemas :

- O isolamento genético das populações devido ao processo de fragmentação;
- A presença humana leva a caça predatória ou a eliminação de certas espécies por questões de segurança;
- As modificações ocorridas no habitat favorecem algumas espécies em detrimentos de outras afetando o equilíbrio dinâmico existem na fauna.

## 2.2 Recuperação de Área Degradada Através da Revegetação

Os ecossistemas das florestas tropicais são facilmente degradados porque os seus solos são, com frequência, rasos e pobres em nutrientes, estando sujeitos à erosão em virtude da alta densidade pluviométrica (PRIMACK & RODRIGUES, 2001).

As lavras de minério, na maioria das vezes, deixam as áreas desnudas com exposição de substratos destituídos de matéria orgânica e sujeitos à erosão, com prejuízos a toda região de entorno (FRANCO, 1998 *apud* MOREIRA, 2004).

A retirada da cobertura vegetal, dependendo da intensidade, pode ser considerada uma degradação ou uma perturbação ambiental. Caso o ambiente não se recupere, diz-se que está degradado e necessita de intervenções, mas, se mantém sua capacidade de regeneração, diz-se que o ambiente está perturbado e intervenções poderão acelerar o processo de recuperação (CORRÊA & MELO, 1998 *apud* RODRIGUES, 2007).

Segundo a EMBRAPA (2009), área degradada é aquela que sofreu, em algum grau, perturbações em sua integridade, sejam elas de natureza física, química ou biológica. Recuperação, por sua vez, é a reversão de uma condição degradada para uma condição não degradada (MAJOER, 1989), independentemente de seu estado original e de sua destinação futura (RODRIGUES & GANDOLFI, 2001). A recuperação de uma dada área degradada deve ter como objetivos recuperar sua integridade física, química e biológica (estrutura), e, ao mesmo tempo, recuperar sua capacidade produtiva (função), seja na produção de alimentos e matérias-primas ou na prestação de serviços ambientais.

GRIFFIT(1980), caracteriza o problema de recuperação da vegetação de áreas mineradas da seguinte maneira:

*“O revestimento vegetal do local minerado pode corrigir ou diminuir, substancialmente, os impactos provocados pela mineração sobre os recursos hídricos, edáficos e visuais da área. Mas o próprio processo de mineração dificulta esse revestimento. Normalmente, a vegetação originalmente encontrada no local da mineração é eliminada no começo das atividades. Além disso, a topografia e o solo estão de tais modos conturbados, que qualquer tentativa de restabelecimento da cobertura vegetal provavelmente seria ameaçada por enxurradas, formadas e facilitadas pela falta de vegetação original. ”*

A recuperação de áreas degradadas pela mineração realizada na FLONA Jamari tem como principais objetivos: reintegrar as áreas à paisagem dominante na região, controlar processos erosivos, recuperar a flora regional, conservar, proteger e sustentar a fauna silvestre regional e destinar a área para uso futuro.

O incremento dos teores de matéria orgânica seja via adição de resíduos ou pelo crescimento de biomassa no próprio local talvez seja o passo mais importante a se seguido no incremento das propriedades físicas do solo. Essa matéria orgânica juntamente com a ação do sistema radicular das plantas, da biota do solo e dos óxidos de ferro e alumínio, são responsáveis pela formação dos agregados, melhorando a estrutura, aeração, densidade, condutividade hidráulica e retenção de água do solo (BAVER *et al.*, 1989 *apud* MOTTA NETO, 1972; ELTZ, 1995).

O incremento de matéria orgânica a melhoria nas condições edáficas e o restabelecimento da vegetação é possível através da técnica de revegetação cujo objetivo é proporcionar condições iniciais para o desenvolvimento da própria vegetação.



As espécies introduzidas no ecossistema geram um novo patamar de equilíbrio homeostático, onde a disponibilidade de água, matéria orgânica, construção do solo e difração da energia solar são fatores ecológicos diferenciados que as plantas acusam como propriedades emergentes (NEVES & VALCARCEL, 2000).

A revegetação consiste de um processo que visa o restabelecimento da vegetação em locais alterados ou degradados, através da regeneração natural ou artificial de espécies adaptadas as condições de degradação.

Para a recuperação de áreas degradadas é importante considerar outros fatores como a biodiversidade das florestas tropicais que inclui não somente o número de espécies, mas também a diversidade genética e de habitats. A manutenção do número de populações e sua variação genética são os objetos de estudos atuais em conservação. Investigações recentes deram grande importância as respostas ecológicas de populações sobre pressões de fragmentação e também ao conhecimento e incorporação desses dados em modelos de conservação e reconhecimento aplicados em áreas degradadas (BARBOSA, 1997 *apud* CAMPOS & LANDGRAF, 2001).

### **3 OBJETIVO**

Analisar a revegetação realizada para a recuperação de áreas degradadas pela mineração de cassiterita na Floresta Nacional do Jamari, RO e realizar uma avaliação do crescimento das espécies utilizadas.

### **4 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **4.1 Caracterização da Área**

Para a realização deste estudo foram analisadas a revegetação realizada nas minas : 14 de Abril , Cacimba , Duduca , Novo Mundo, Poço B, Santa Maria e Serra da Onça. Estas minas eram utilizadas para extração de cassiterita, atualmente encontram-se desativadas. As minas estão situadas dentro da Floresta Nacional do Jamari, que possui 215.000 ha, situada na Rodovia RO-452, km 7,5, zona rural do município de Itapuã do Oeste, Estado de Rondônia (Anexo 1).

A área possui clima Tropical Chuvoso (Aw), segundo Köppen, que se caracteriza por ter um período seco durante a estação de inverno, quando ocorre um moderado déficit hídrico (IBAMA, 2005). As médias anuais da precipitação variam entre 2.200 e 2.600 mm/ano; da temperatura do ar, entre 24 e 26°C; da umidade relativa do ar, entre 80 a 90%, no verão, no outono e inverno a média é de 75%. A evapotranspiração potencial (ETP) é alta durante todo o ano, apresentando médias mensais superiores a 100 mm.

Na FLONA do Jamari predominam seis tipos de solo, distribuídos em quatro classes primárias, de acordo com a classificação da EMBRAPA (1999): Neossolos Regolíticos Distróficos; Latossolos Vermelho-Amarelos distróficos, Latossolos Amarelos distróficos, Latossolos Vermelho distróficos (Latossolos Vermelho-Escuro distróficos) e Alissolos (Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico).

Quanto a vegetação, segundo a classificação fisionômica-ecológica do IBGE (VELOSO *et al.*, 1991), prevalece a Floresta Tropical Ombrófila Densa, com fasciações de Floresta Ombrófila Aberta, que podem apresentar-se com predominância de palmeiras ou de cipós.

#### 4.1.1 Descrição dos substratos

As diferentes atividades e processos envolvidos na mineração de cassiterita resultam em substratos com características que decorrem, principalmente, do tipo e da composição da rocha matriz, dos processos de degradação, da forma e do tempo de exposição do material remanescente. As características desse substrato dependem das propriedades físicas e geoquímicas da rocha original. Em geral, são muito pobres em nutrientes e desprovidos de matéria orgânica, o que dificulta o estabelecimento e desenvolvimento da vegetação. Na Tabela 1 é apresentada a proporção de cada substrato existente nas minas.

Foram analisadas as formações vegetais presente nos seguintes substratos:

- Piso de lavra (PL): É o substrato resultante da abertura de cavas para a exploração de cassiterita que exige a exposição de encostas e a confecção de bermas. A declividade das encostas e largura das bermas é função das características do material, do processo de abertura da cava, da necessidade de vias de acesso e do volume de minério a ser explorado. Por sua vez, esse volume depende da pureza do minério e dos aspectos econômicos do processo;
- Rejeito Capeado (RC): Substrato composto de uma massa heterogênia de material produzido pela retirada do minério sem o retorno do estéril ou dos horizontes superficiais;
- Rejeito Seco (RS): Composto principalmente da fração areia que foi retirada durante o processo de desmonte e decantação do mineiro;
- Rejeito Úmido (RU): É caracterizado por áreas que são preenchidas com sedimentos com granulometria variável, sujeitas à inundação, acarretando problemas de sustentação física do terreno, dificultando ou impossibilitando a mecanização.

**Tabela1.** Percentual de cada substrato presente nas áreas revegetadas, na Floresta Nacional do Jamari, RO.

Minas	PL	RC	RS	RU	TOTAL
			%		
14 de Abril	38,3	11,8	7,9	41,9	100
Cacimba	100	-	-	-	100
Duduca	-	-	100	-	100
Novo mundo	-	-	100	-	100
Poço B	-	-	100	-	100
Santa Maria	37,6	25,1	26,5	10,8	100
Serra da onça	14,6	37,6	10,3	37,6	100
TOTAL	25,3	18,3	29,5	27	100

PL - piso de lavra; RC- rejeito capeado; RS- rejeito seco; RU- rejeito úmido

#### 4.2 Histórico da Área

Inicialmente a recuperação das áreas degradadas pela mineração era baseada no plantio de mudas de espécies arbóreas, sem a preocupação em proporcionar condições edáficas adequadas ao seu estabelecimento. A partir do ano de 1999, passou-se a adotar

métodos adequados para a região, desenvolvidos em pesquisas realizadas por pesquisadores da UNICAMP, USP e da UNESP. Assim, a estratégia priorizou a recuperação do solo/substrato seguida pela revegetação vegetal, envolvendo práticas de adubação verde, orgânica e química e a seleção de espécies vegetais adaptadas a estes tipos de terrenos.

A proposta de recuperação adotada utiliza a combinação das abordagens do “tapete verde” e sucessional que permite acelerar o processo de sucessão primária. Esta proposta envolve as seguintes fases: i) rápido estabelecimento da vegetação em locais degradados e preparados para receberem, posteriormente, propágulos provenientes das comunidades naturais da região e facilitarem a sua germinação e crescimento em comunidades vegetativas mais evoluídas; ii) manipulação da dinâmica sucessional para alcançar uma paisagem auto-sustentável e harmoniosa, de acordo com o uso da terra previsto no programa de recuperação da área; e iii) monitoramento.

Neste trabalho foram analisadas as formações vegetais com idades diferentes e em diferentes níveis de recuperação.

Para melhor operacionalização e acompanhamento do processo de recuperação foram estabelecidos níveis, cada nível é composto por um conjunto de atividades e operações descritos na Tabela 2.

**Tabela 2.** Níveis de recuperação utilizados no processo de revegetação de áreas degradadas pela mineração de cassiterita, na Floresta Nacional do Jamari, RO.

Nível de Recuperação	Descrição
Nível 3	Recomposição topográfica, preparo superficial, calagem, adubação química, adubação verde (1 ano), plantio e replantio, adensamento, monitoramento
Nível 4	Nível 3 + Adubação verde (2 ano) + adubação orgânica, plantio de mudas
Nível 5	Nível 4 + Adubação verde (3 ano) + plantio de mudas e replantio + manutenção
Nível 6	Nível 5 + enriquecimento

### 4.3 Coleta de Dados

A coleta de dados foi realizada em abril do ano de 2009 quando foram estabelecidas 40 parcelas de 10 x10 m, distribuídas entre as sete minas, distante 20m da estrada, onde foram identificadas as espécies e medidas a altura de todas as árvores encontradas. As parcelas foram instaladas nas minas 14 de Abril (10), Cacimba (2), Duduca (1), Novo Mundo (1), Poço B (6), Santa Maria (12) e Serra da Onça (8) que estão localizadas em diferentes áreas dentro da FLONA (Anexo 1). Foram coletados dados em 4 diferentes níveis de recuperação e 4 diferentes substratos na Tabela 3 é apresentado a distribuição das parcelas.

**Tabela 3** . Número de parcelas distribuídas entre as minas, os diferentes níveis e substratos na Floresta Nacional do Jamari, RO.

Nível/Mina	Substrato												Total Mina				
	PL				RC				RS					RU			
	3	4	5	6	3	4	5	6	3	4	5	6	3	4	5	6	
14 de Abril	2	-	-	1	1	2	-	-	1	1	-	-	1	1	-	-	10
Cacimba	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Duduca	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
Novo Mundo	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
Poço B	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	6
Santa Maria	1	-	2	-	1	2	-	-	5	-	-	-	1	-	-	-	12
Serra da Onça	1	1	2	-	1	-	-	-	1	-	1	-	-	1	-	-	8
Total Substrato	12				7				15				4				40

PL - piso de lavra; RC- rejeito capeado; RS- rejeito seco; RU- rejeito úmido

#### 4.4 Análise de Dados

Foram analisados os dados coletados em sete minas com quatro diferentes substratos e sobre quatro níveis de recuperação. A análise da revegetação foi realizada com base nos parâmetros fitossociológicos, dados de altura, mortalidade e regeneração natural.

##### 4.4.1 Identificação Florística

As plantas foram identificadas até o nível de gênero e separadas em grupos de tolerante ao sombreamento, intolerante ao sombreamento e de comportamento indiferente ao sombreamento.

##### 4.4.2 Parâmetros fitossociológicos

Para descrever as comunidades presente em cada mina, fazer comparações entre elas e para relacioná-las a fatores ambientais, foram utilizados os seguintes parâmetros fitossociológicos de estrutura vertical:

**Densidade ou Abundância:** Mede a participação numérica das espécies na associação vegetal. Podendo ser expressa em densidade absoluta ou densidade relativa:

##### Densidade Absoluta(Da<sub>i</sub>)

$$Da_i = n_i / S$$

##### Densidade Relativa (Dr<sub>i</sub>):

$$Dri = (Dai / \sum Dai) \times 100$$

Onde:

ni = Número de árvores da espécie "i";

S = área (ha).

**Frequência:** Exprime a percentagem de ocorrência ou ausência de uma espécie em um determinado lugar. Este parâmetro expressa a distribuição das espécies no espaço de amostragem, e varia entre 0 a 100 %. Valores altos de frequência (61%- 100%) indicam uma composição florística homogênea, valores baixos (1%- 40%) significam alta heterogeneidade florística. Utilizou-se a frequência expressa em termos absolutos e relativos.

**Frequência Absoluta (F<sub>ai</sub>):**

$$F_{ai} = ( p_i / P ) \times 100$$

**Frequência Relativa (Fr<sub>i</sub>):**

$$Fr_i = ( F_{ai} / \sum F_{aj} ) \times 100$$

Onde:

p<sub>i</sub> = Número de parcelas em que a espécie "i" ocorreu;

P = Número total de parcelas.

**Índice de Regeneração (IR):** Índice adaptado do Índice de Regeneração Natural da análise da estrutura vertical que integra os parâmetros de frequência relativa e a densidade relativa das espécies. Considerando-se uma única classe de tamanho e sendo expresso também na sua forma relativa.

$$IR = Dr_i + Fr_i$$

Onde:

IR = Índice de regeneração;

Dr<sub>i</sub> = Densidade relativa da espécie i;

Fr<sub>i</sub> = Frequência relativa da espécie i.

**Índice de Regeneração Relativo (IRR)**

$$IRR = IR/2$$

Onde:

IR = Índice de regeneração.

**4.4.3. Diversidade e equabilidade**

Os índices de diversidade são formas de se quantificar e representar a variação de espécies de uma comunidade. Assim, para avaliar o situação das comunidades vegetais estudadas, utilizaram-se os índices a seguir:

**Quociente de mistura de Jentsch (QM)** – representa o número de indivíduos amostrados em relação às espécies encontradas no povoamento. É uma relação proporcional, ou seja, quanto maior a mistura (menor denominador), maior será a diversidade, a partir disso podemos realizar comparações entre comunidades.

$$QM = S / N$$

Onde:

S = número total de espécies amostradas;

N = número total de indivíduos amostrados

**Índice de Shannon-Weaver (H')** – Fornece a idéia do grau de incerteza em prever, qual seria a espécie pertencente a um indivíduo da população, se retirado aleatoriamente (LAMPRECHT, 1990). Quanto maior o valor de H', maior a diversidade da área em estudo.

$$H_i = -\sum_{i=1} p_i \cdot (\ln p_i)$$

Onde:

$$p_i = n_i / N$$

$n_i$  = Número de indivíduos amostrados da espécie "i";

N = Número total de indivíduos amostrados.

**Índice de equabilidade de Pielou (J')** – é derivado do índice de diversidade de Shannon e permite representar a uniformidade da distribuição dos indivíduos entre as espécies existentes (PIELOU, 1966). Seu valor apresenta uma amplitude de 0 (uniformidade mínima) a 1 (uniformidade máxima).

$$J = H' / H_{Max}$$

em que:  $H_{Max} = \ln(S)$

S = número total de espécies amostradas

#### 4.5 Altura

Foram comparadas as alturas das espécies nos diferentes substratos e entre os diferentes níveis de recuperação, utilizando-se o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis.

#### 4.6 Regeneração natural e mortalidade

Para cada mina, substrato e nível de recuperação calculou-se a porcentagem de plantas mortas e porcentagem de plantas provenientes da regeneração natural.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Florística

Foram levantados 990 indivíduos plantados, divididos em 26 famílias e 56 espécies (Tabela 4), não foi possível a identificação de 2 famílias e 4 espécies. As famílias que apresentaram maior riqueza foram: Leguminosae-Mimosoideae (nove), Leguminosae-Caesalpinoidae (sete), Anacardiaceae (quatro) e Myrtaceae (quatro).

As áreas analisadas apresentam predominantemente espécies intolerantes aos sombreamento, isto é devido a estratégia de revegetação implantada no processo de recuperação justificada pelo fato das áreas estarem estremamente desnudas devido ao processo de mineração e para respeitar os princípios de sucessão ecológica.

**Tabela 4.** Relação das espécies encontradas nas parcelas de revegetação utilizadas para recuperação de área degradada pela mineração de cassiterita na Floresta Nacional do Jamari, RO.

Familia	Espécie	Grupo
Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i> L.	Intolerante
	<i>Astronium graveoles</i> Jacq.	Indiferentes
	<i>Mangifera indica</i> L.	Intolerante
	<i>Spondias mombin</i> L. ssp. <i>Mombin</i>	Intolerante
Annonaceae	<i>Xylopia</i> sp.	Intolerante
Apocynaceae	<i>Himatanthus sucuuba</i> (Spruce) Woodson	Intolerante
Arecaceae	<i>Euterpe oleracea</i> Mart.	Tolerante
	<i>Mauritia flexuosa</i> L.f.	Intolerante
Bignoniaceae	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D.Don	Intolerante
	<i>Tabebuia impetiginosa</i> (Mart. ex DC.) Standl.	Indiferente
	<i>Tabebuia incana</i> A. H. Gentry	
Bixaceae	<i>Bixa arborea</i> Huber	Intolerante
Bombacaceae	<i>Eriotheca candolleana</i> (K. Schum.) A. Robyns	Intolerante
Boraginaceae	<i>Cordia</i> sp.	
Caricaceae	<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) DC.	Intolerante
Clusiaceae	<i>Vismia duckei</i> Maguire	Intolerante
Euphorbiaceae	<i>Hevea brasiliensis</i> Muell. Arg.	Intolerante
	NI3	
Gentianaceae	<i>Tachia guianensis</i> Aubl.	Intolerante
Leguminosa	NI4	
Leguminosae-Caesalpinoidae	<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) S.F. Macbr.	Indiferente
	<i>Bauhinia guianensis</i> Aubl. var. <i>splendens</i>	Intolerante
	<i>Caesalpinia ferrea</i> Mart ex Tul.	Indiferente

NI- Não identificada

Continua...

Tabela 4. Continuação

Familia	Espécie	Grupo
Leguminosae- Caesalpinoideae	<i>Cassia</i> sp.	Intolerante
	<i>Hymaenae intermedia</i> Ducke	Indiferente
Leguminosae- Caesalpinoideae	<i>Schizolobium amazonicum</i> Huber ex Benth.	Intolerante
	<i>Senna spectabilis</i> (DC.) Irwin et Barn. var. <i>excelsa</i> (Schrad.) Irwin et Barn.	Intolerante
Leguminosae-Fabaceae	<i>Amburana acreana</i> (Ducke) A. C. Smith	Indiferente
	<i>Clitoria fairchildiana</i> Howard	
	<i>Vatairea sericea</i> Ducke	
Leguminosae- Mimosoideae	<i>Abarema jupumba</i> (Willd.) Britton & Killip	Intolerante
	<i>Inga edulis</i> Mart.	Intolerante
	<i>Inga gracilifolia</i> Ducke	Intolerante
	<i>Inga laurina</i> Willd.	Intolerante
	<i>Inga</i> sp.	Intolerante
	<i>Parkia multijuga</i> Ducke	Intolerante
	<i>Poepidia</i> sp.	Intolerante
	<i>Samanea tubulosa</i> (Benth.) Barneby & J.W Grimes	Intolerante
	<i>Stryphnodendron guianense</i> (Aubl.) Benth.	Intolerante
Malpighiaceae	<i>Byrsonima garcibarrigae</i> Cuatrec	Intolerante
Meliaceae	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Indiferente
	<i>Swietenia macrophylla</i> King.	Indiferente
Moraceae	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	Indiferente
	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Decne. & Planch.	Intolerante
Myrtaceae	<i>Bellucia grossularioides</i> (L.) Triana	Intolerante
	<i>Eugenia</i> sp.	Intolerante
	<i>Psidium</i> sp.	Indiferente
	<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels.	Intolerante
NI	NI1	
NI2	NI2	
Rubiaceae	<i>Genipa americana</i> L.	Intolerante
Tiliaceae	<i>Apeiba echinata</i> Gaertner	Intolerante
Ulmaceae	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blum	Intolerante
	<i>Trema micratha</i> Rorb.	Intolerante
Verbenaceae	<i>Gmelina arborea</i>	Intolerante
	<i>Tectona grandis</i> L.f	Intolerante

NI- Não identificada



Conforme a Tabela 5 as famílias que apresentaram maior representatividade foram Leguminosae e Myrtaceae com índice de regeneração de 23,65 e 17,99 respectivamente, em estudo sobre a dinâmica da diversidade florística da regeneração natural de florestas secundárias no nordeste do Pará, RAYOL *et al* 2006 também encontrou a maior representatividade dessas famílias para áreas de floresta secundárias com até 40 anos de sucessão.

**Tabela 5.**Relação das famílias em ordem decrescente de Índice de Regeneração Relativa amostradas nas áreas revegetadas na Floresta Nacional do Jamari, RO. Em que : Freqüência Absoluta (FA), Freqüência Relativa (FR), Densidade Absoluta (DA), Densidade Relativa (DR), Índice de Regeneração (IR), Índice de Regeneração Relativo (IRR).

N°	Família	FA %	FR %	DA Ind/ha	DR %	IR	IRR %
1	Leguminosae-Mimosoideae	77,50	12,06	851,61	11,59	23,65	11,83
2	Myrtaceae	72,50	11,28	493,10	6,71	17,99	9,00
3	Bignoniaceae	57,50	8,95	573,91	7,81	16,76	8,38
4	Arecaceae	12,50	1,95	780,00	10,61	12,56	6,28
5	Leguminosae-Caesalpinoideae	52,50	8,17	228,57	3,11	11,28	5,64
6	Rubiaceae	32,50	5,06	423,08	5,76	10,82	5,41
7	Meliaceae	27,50	4,28	436,36	5,94	10,22	5,11
8	Anacardiaceae	40,00	6,23	256,25	3,49	9,71	4,86
9	Malpighiaceae	35,00	5,45	214,29	2,92	8,36	4,18
10	Gentianaceae	30,00	4,67	233,33	3,18	7,84	3,92
11	Bixaceae	32,50	5,06	200,00	2,72	7,78	3,89
12	Apocynaceae	25,00	3,89	230,00	3,13	7,02	3,51
13	Leguminosae-Fabaceae	25,00	3,89	180,00	2,45	6,34	3,17
14	Ulmaceae	5,00	0,78	400,00	5,44	6,22	3,11
15	Boraginaceae	20,00	3,11	200,00	2,72	5,83	2,92
16	Euphorbiaceae	20,00	3,11	200,00	2,72	5,83	2,92
17	Verbenaceae	17,50	2,72	228,57	3,11	5,83	2,92
18	Clusiaceae	17,50	2,72	185,71	2,53	5,25	2,63
19	Caricaceae	12,50	1,95	200,00	2,72	4,67	2,33
20	Moraceae	7,50	1,17	233,33	3,18	4,34	2,17
21	Bombacaceae	5,00	0,78	100,00	1,36	2,14	1,07
22	NI 1	5,00	0,78	100,00	1,36	2,14	1,07
23	Tiliaceae	5,00	0,78	100,00	1,36	2,14	1,07
24	Annonaceae	2,50	0,39	100,00	1,36	1,75	0,87
25	Leguminosa	2,50	0,39	100,00	1,36	1,75	0,87
26	NI 2	2,50	0,39	100,00	1,36	1,75	0,87

SANTOS E RIBEIRO (1975), citados por MARTINS (1979), explicaram a grande presença de indivíduos da família Leguminosae nas campinas amazônicas (sobre solo de textura arenosa) devido à presença de nódulos radiculares agindo na retenção e transferência de nitrogênio.

Na Tabela 6 as espécies que apresentaram maior Índice de Regeneração foram : *Syzygium cumini* (5,86), *Tabebuia incana* (4,23), *Inga gracilifolia* (4,05), *Euterpe oleracea* (3,48) . A ocorrência de uma maior densidade e frequência de *Syzygium cumini* demonstra a adaptação da espécie as diferentes situações existente nas áreas revegetadas, confirmando seu alto potencial para recuperação de áreas degradadas.

GAMA *et al* (2002) e (2003), encontrou os maiores Índice de valor de importância (IVI) para espécie *Euterpe oleracea*, em florestas secundárias de várzea alta e várzea baixa no estuário amazônico no estado do Pará. A espécie apresenta segundo LORENZI,(1992) potencial para ser utilizada na implantação de matas ciliares, sendo recomendada para terreno inundados periodicamente.

**Tabela 6.**Relação das espécies em ordem decrescente de Índice de Regeneração Relativa amostradas nas áreas revegetadas na Floresta Nacional do Jamari, RO. Em que: Frequência Absoluta (FA),Frequência Relativa (FR), Densidade Absoluta (DA), Densidade Relativa (DR),Índice de Regeneração (IR), Índice de Regeneração Relativa (IRR).

Espécie	FA %	FR %	DA Ind/ha	DR %	IR	IRR %
<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels.	70	8,38	464	3,34	11,72	5,86
<i>Tabebuia incana</i> A. H. Gentry	47,5	5,69	384	2,76	8,45	4,23
<i>Inga gracilifolia</i> Ducke	42,5	5,09	418	3	8,09	4,05
<i>Euterpe oleracea</i> Mart.	12,5	1,5	760	5,46	6,96	3,48
<i>Inga edulis</i> Mart.	30	3,59	467	3,35	6,95	3,47
<i>Genipa americana</i> L.	32,5	3,89	423	3,04	6,93	3,47
NI3	2,5	0,3	900	6,47	6,77	3,38
<i>Abarema jupumba</i> (Willd.) Britton & Killip	35	4,19	350	2,52	6,71	3,35
<i>Stryphnodendron guianense</i> (Aubl.) Benth.	37,5	4,49	300	2,16	6,65	3,32
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	25	2,99	460	3,31	6,3	3,15
<i>Tabebuia impetiginosa</i> (Mart. ex DC.) Standl.	30	3,59	350	2,52	6,11	3,05
<i>Byrsonima garcibarrigae</i> Cuatrec	35	4,19	214	1,54	5,73	2,87
<i>Bixa arborea</i> Huber	32,5	3,89	200	1,44	5,33	2,66
<i>Tachia guianensis</i> Aubl.	30	3,59	233	1,68	5,27	2,64
<i>Inga</i> sp.	30	3,59	175	1,26	4,85	2,43
<i>Schizolobium amazonicum</i> Huber ex Benth.	27,5	3,29	209	1,5	4,8	2,4
<i>Anacardium occidentale</i> L.	22,5	2,69	289	2,08	4,77	2,39
<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D.Don	10	1,2	425	3,05	4,25	2,13
<i>Clitoria fairchildiana</i> Howard	20	2,4	200	1,44	3,83	1,92
<i>Cordia</i> sp.	20	2,4	200	1,44	3,83	1,92

Continua....

Tabela 6. Continuação

Espécie	FA %	FR %	DA Ind/ha	DR %	IR	IRR %
<i>Tectona grandis</i> L.f	15	1,8	250	1,8	3,59	1,8
<i>Samanea tubulosa</i> (Benth.) Barneby & J.W Grimes	17,5	2,1	200	1,44	3,53	1,77
<i>Vismia duckei</i> Maguire	17,5	2,1	186	1,33	3,43	1,72
<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) DC.	17,5	2,1	143	1,03	3,12	1,56
<i>Spondias mombin</i> L.ssp. mombin	5	0,6	350	2,52	3,11	1,56
<i>Cassia</i> sp.	7,5	0,9	300	2,16	3,05	1,53
<i>Psidium</i> sp.	7,5	0,9	267	1,92	2,82	1,41
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blum	5	0,6	300	2,16	2,76	1,38
<i>Hevea brasiliensis</i> Muell. Arg.	7,5	0,9	233	1,68	2,58	1,29
<i>Artocarpus heterophyllus</i>	2,5	0,3	300	2,16	2,46	1,23
<i>Astronium graveoles</i> Jacq.	5	0,6	250	1,8	2,4	1,2
<i>Parkia multijuga</i> Ducke	5	0,6	250	1,8	2,4	1,2
NI	17,5	2,1	29	0,21	2,3	1,15
<i>Bauhinia guianensis</i> Aubl. var. splendens	5	0,6	200	1,44	2,04	1,02
<i>Caesalpinia ferrea</i> Mart ex Tul.	5	0,6	200	1,44	2,04	1,02
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Decne. & Planch.	5	0,6	200	1,44	2,04	1,02
<i>Eugenia</i> sp.	7,5	0,9	133	0,96	1,86	0,93
<i>Swietenia macrophylla</i> King	2,5	0,3	200	1,44	1,74	0,87
<i>Trema micratha</i> Rorb.	2,5	0,3	200	1,44	1,74	0,87
<i>Mangifera indica</i> Blume	5	0,6	150	1,08	1,68	0,84
<i>Poepidia</i> sp.	12,5	1,5	20	0,14	1,64	0,82
<i>Apeiba echinata</i> Gaertner	5	0,6	100	0,72	1,32	0,66
<i>Eriotheca candolleana</i> (K. Schum.) A. Robyns	5	0,6	100	0,72	1,32	0,66
<i>Inga laurina</i> Willd.	5	0,6	100	0,72	1,32	0,66
<i>Amburana acreana</i> (Ducke) A. C. Smith	2,5	0,3	100	0,72	1,02	0,51
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) S.F. Macbr.	2,5	0,3	100	0,72	1,02	0,51
<i>Bellucia grossularioides</i> (L.) Triana	2,5	0,3	100	0,72	1,02	0,51
<i>Gmelina arborea</i>	2,5	0,3	100	0,72	1,02	0,51
<i>Hymaenae intermedia</i> Ducke	2,5	0,3	100	0,72	1,02	0,51
<i>Mauritia flexuosa</i> L.f.	2,5	0,3	100	0,72	1,02	0,51
NI 2	2,5	0,3	100	0,72	1,02	0,51
NI4	2,5	0,3	100	0,72	1,02	0,51
<i>Vatairea sericea</i> Ducke	2,5	0,3	100	0,72	1,02	0,51
<i>Xylopia</i> sp.	2,5	0,3	100	0,72	1,02	0,51

Entre as minas, o índice de Shannon Weaver (Tabela 7) variou de 1,15 a 3,19 para as áreas revegetadas, MARTINS (1991) encontrou valores de  $H'$  entre 3,7 a 4,7 para as floresta naturais de terra firme e 2,5 a 3,6 em florestas naturais de várzea da Amazônia.

O índice de equabilidade de Pielou para todas as minas foi próximo de 1, indicando alta uniformidade florística demonstrando um cenário composto por muitos indivíduos dividido entre poucas espécies.

Apesar de encontrarmos 56 espécies para todas as áreas amostradas, o quociente de mistura por minas (Tabela 7) foi baixo, evidenciando a baixa diversidade existente dentro de cada áreas estuda nas minas. As minas Cacimba e Duduca apresentaram quociente de mistura igual a 0,01, ambas apresentam os menores números de famílias e espécies.

Apesar da riqueza de espécies na região amazônica ser bastante elevada e variável nas diferentes regiões, MORI *et al.*, (1989) considera que uma menor riqueza, e a dominância de poucas espécies, também prevalecem nos estágios sucessionais iniciais das florestas amazônicas.

A mina Santa Maria apresentou os melhores valores dos índices de diversidade, configurando-se a comunidade que apresenta um maior equilíbrio entre as espécies.

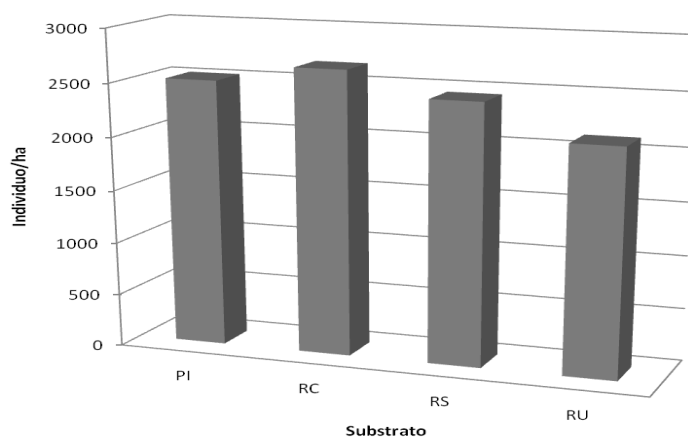
**Tabela 7.** Valores dos índices de diversidade, equabilidade, quociente de mistura e densidade da revegetação nas minas da Floresta Nacional do Jamari, RO

Mina	Família N°	Espécie N°	DA Ind/ha	$H'$ Nats/ind	J	QM
14 de Abril	20	30	2360	2,79	0,82	0,03
Cacimba	9	13	3900	2,1	0,82	0,01
Duduca	5	5	1700	1,15	0,72	0,01
Novo Mundo	14	19	4500	2,68	0,91	0,02
Poço B	15	25	2550	2,88	0,9	0,03
Santa Maria	21	39	2808	3,19	0,87	0,04
Serra da Onça	15	25	1550	2,63	0,82	0,03

DA - Densidade Absoluta (indivíduos /ha).  $H'$  - Shannon-Weaver, J' - Pielou, QM- quociente de mistura.

## 5.2 Substratos

A densidade absoluta (Fig.1) nos diferentes substratos variou de 2125 - 2671 indivíduos/ha, o substrato RU apresentou a menor densidade (2125 indivíduos/ha) como também os menores valores para o índice de Shannon-Weaver ( $H'$ ), e quociente de mistura (QM) com valores de 2,48 e 0,02 respectivamente (Tab. 8).



**Figura 1.** Densidade absoluta de indivíduos por hectare dos substratos amostrados nas áreas revegetadas da Floresta Nacional do Jamari, RO

**Tabela 8 .** Valores de índice de Shannon-Weaver ( $H'$ ), Pielou ( $J'$ ), quociente de mistura (QM) e mortalidade encontrados nos substratos na Floresta Nacional do Jamari, RO.

Substrato	Famílias N°	Espécies N°	DA Ind/ha	$H'$ Nats/ind	J	QM	Mortalidade (%)
PL	23	38	2517	3,06	0,84	0,04	2,89
RC	18	31	2671	2,83	0,82	0,03	9,22
RS	23	43	2447	3,24	0,86	0,04	8,17
RU	13	18	2125	2,48	0,86	0,02	7,61

PL- Piso de lavra, RC- rejeito capeado, RS- rejeito seco, RU - rejeito úmido.

Todos os substratos apresentaram uma distribuição de indivíduos entre as espécies bastante uniforme o que pode ser observado pelos altos valores de  $J'$  que variaram entre 0,82 e 0,86.

Em trabalho realizado por LONGO *et al.*, (2005) para avaliar os atributos físicos e químicos de solos e substratos ao longo de uma linha, constando de florestas, capoeira, piso de lavra, áreas de depósito de rejeito seco e áreas de depósito de rejeito úmido. As áreas de piso de lavra apresentaram os maiores valores médios de densidade do solo ( $1,47\text{g}\cdot\text{cm}^3$ ). LONGO (2005) também encontrou para a capacidade de troca catiônica (T) os seguintes valores para os seguintes substratos: PL ( $T=26,2\text{ mmol}\cdot\text{dm}^{-3}$ ); RS ( $T=20,4\text{ mmol}\cdot\text{dm}^{-3}$ ) e para RU ( $T= 21,1\text{ mmol}\cdot\text{dm}^{-3}$ ) O valor de saturação por bases (V) para os três substratos analisados foram: PL ( $V=28,2$ ); RS ( $V=21,6$ ); RU ( $V=20,4$ ) . A maior densidade do solo no substrato piso de lavra não foi um fator limitante para o desenvolvimento da vegetação, este substrato também apresenta a segunda maior diversidade com  $H'$  igual a 3,06 e uma mortalidade de 2,89 % , sendo menor mortalidade entre os demais substratos estudados.

O substrato rejeito úmido possui características semelhantes as áreas de várzea e regiões inundadas periodicamente pois como descrito anteriormente são áreas sujeitas a inundações também. CAMPBELL *et al.*, (1986) constatou para a região amazônica que áreas inundadas periodicamente tem menos espécies arbóreas e composição florística particular quando comparada a solos bem drenados, SILVA *et al* (2002) explica a baixa ocorrência de diversidade porque poucas espécies dispõem de mecanismos morfofisiológicos que toleram o ritmo de sazonal de inundações. Observa-se que o

substrato rejeito úmido possui a menor quantidade de famílias e espécies bem como a menor densidade em relação aos demais substratos encontrados.

O substrato rejeito seco apresentou um  $H'$  de 3,24 sendo o maior entre os demais substratos entretanto convém lembrar que este valor sofre pequena influência da intensidade amostral, NASCIMENTO & ROLIM,(1997) ressaltam que o índice de diversidade de Shannon-Weaver apresenta diferenças significativas entre diferentes níveis de intensidades amostrais, sobre este substrato lançou-se 15 das 40 parcelas utilizadas para este estudo.

O substrato rejeito seco é composto basicamente pela fração areia, que proporciona característica como: alta lixiviação de nutrientes, grande gradiente de temperatura, ausência de estruturação para fixação das raízes, baixa capacidade de troca catiônica. Estas características desfavorecem o desenvolvimento das espécies. Outro problema observado nessas áreas são as enxurradas que carregam as mudas e favorece o aumento do valor da mortalidade (Figura 5).



**Figura 2.**Área de rejeito seco em recuperação na Floresta Nacional do Jamari, RO

Os valores de mortalidade entre os substratos variou de 2,89 a 9,22, estes percentuais são considerados normais para reflorestamentos visando a recuperação.

Segundo DEMATTÊ (2001), para manejar adequadamente uma área são necessários conhecimentos sobre o comportamento das espécies e de suas relações com os meios abiótico e biótico, além da adequação química e física do solo.

### 5.3 Níveis de Recuperação

A densidade e os valores de diversidade entre os níveis de recuperação são maiores para os menores níveis de recuperação. Estes valores refletem uma mudança de estratégia da empresa responsável pela recuperação da área para implantar maior diversidade de espécie, atendendo a solicitação do IBAMA.

Segundo HUSTON, (1979) a flutuação de espécies de um local para outro também pode estar relacionada com o conceito de exclusão competitiva e na hipótese de que as comunidades se mantêm num equilíbrio competitivo .

Baseando-se no presuposto acima, acredita-se que a maior porcentagem de mortalidade no Nível 6 (9,1) e Nível 4 (8,2%) sejam influenciada pela competição. No Nível 6, os problemas iniciais de estabelecimento de mudas não são mais caracterizados como o principal fator de mortalidade, já que é composto por indivíduos mais velhos, já no Nível 4, a competição é decorrente da alta densidade de plantas (Tabela 9)

Na Tabela 9 observa-se que os índices de diversidade de Shannon-Weaver ( $H'$ ) para os diferentes substratos encontram-se abaixo do intervalo dos valores de  $H'$  encontrados por MARTINS(1991), de 3,7 a 4,7 para as florestas naturais de terra firme da Amazônia.

**Tabela 9.** Valores de índice de Shannon-Weaver ( $H'$ ), Pielou ( $J'$ ), quociente de mistura (QM), densidade absoluta (DA) e mortalidade encontrados nos substratos na Floresta Nacional do Jamari, RO.

Nível	Parcelas N°	Família N°	Espécies N°	DA Ind/ha	$H'$ Nats/ind	J	QM	Mortalidade (%)
3	24	23	45	2433	3,21	0,84	0,05	7,0
4	8	19	33	2663	2,96	0,85	0,03	8,2
5	7	21	31	2471	3,07	0,89	0,03	3,9
6	1	9	10	2000	1,97	0,85	0,01	9,1

### 5.4 Variação da altura

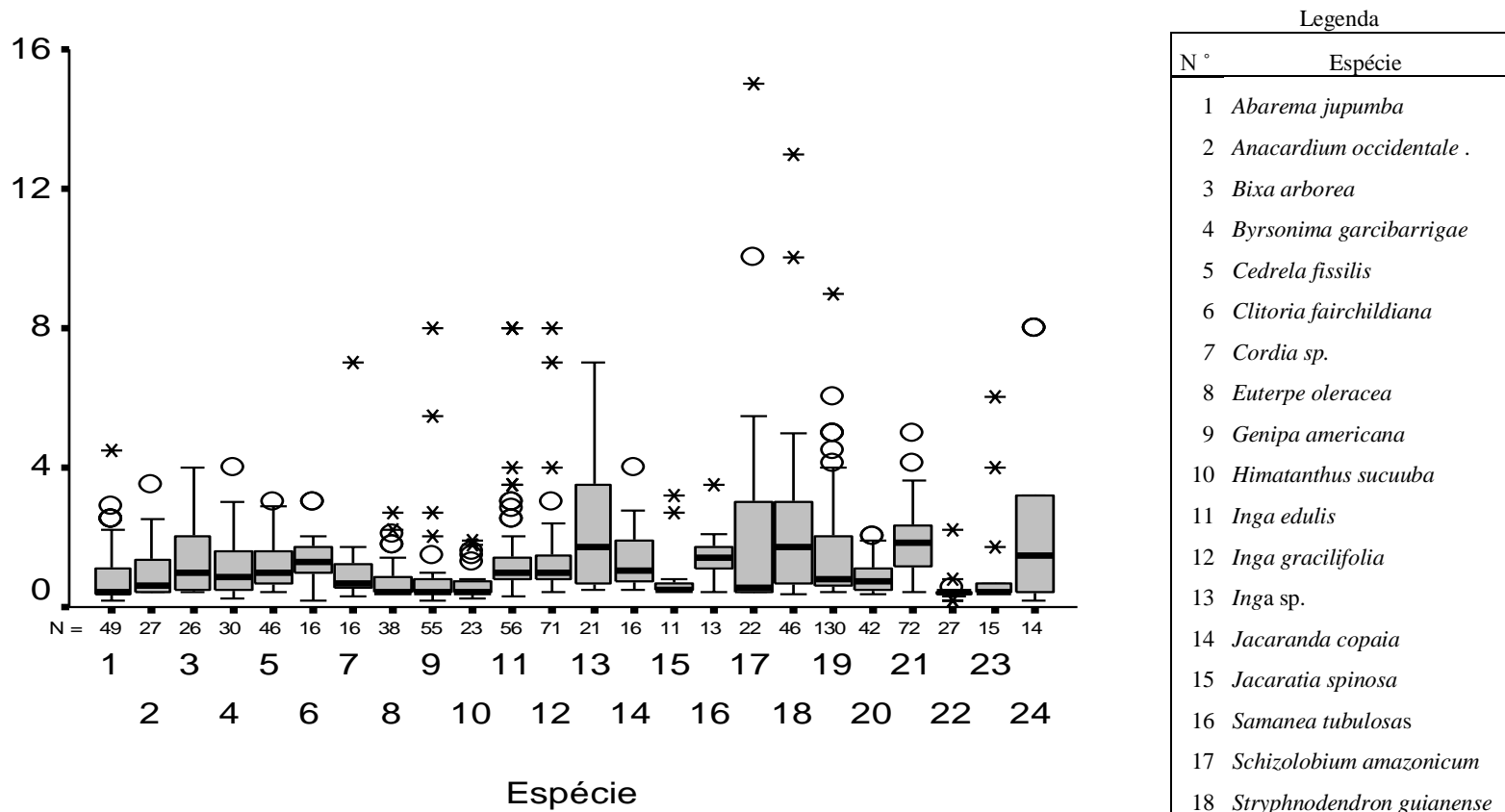
#### 5.4.1 Variação da altura entre espécies

Avaliando-se a altura de 90% dos indivíduos amostrados (24 espécies mais importantes) apresentados Tabela 10, observou-se que de modo geral as áreas revegetadas apresentam uma vegetação de baixo porte composta por indivíduos uma altura média menor que 4 metros (Figura 3). As espécies que apresentaram as maiores médias de altura foram: *Inga* sp., *Stryphnodendron guianense*, *Tabebuia incana* , *Vismia ducki* e *Schizolobium amazonicum*

**Tabela 10.** Altura média das 24 espécies mais importantes amostradas em áreas de revegetação realizada **para** recuperação de área degradada pela mineração de cassiterita, na Floresta Nacional do Jamari, RO.

Espécie	Altura (m)
<i>Vismia duckei</i> Maguire	2,84
<i>Schizolobium amazonicum</i> Huber ex Benth.	2,83
<i>Inga</i> sp.	2,37
<i>Stryphnodendron guianense</i> (Aubl.) Benth.	2,16
<i>Samanea tubulosa</i> (Benth.) Barneby & J.W Grimes	1,95
<i>Tabebuia incana</i> A. H. Gentry	1,86
<i>Inga edulis</i> Mart.	1,51
<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels.	1,43
<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) DC.	1,42
<i>Clitoria fairchildiana</i> Howard	1,41
<i>Bixa arborea</i> Huber	1,40
<i>Inga gracilifolia</i> Ducke	1,36
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	1,25
<i>Byrsonima garcibarrigae</i> Cuatrec	1,22
<i>Cordia</i> sp.	1,19
<i>Tachia guianensis</i> Aubl.	1,11
<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D.Don	0,98
<i>Anacardium occidentale</i> L.	0,96
<i>Abarema jupumba</i> (Willd.) Britton & Killip	0,91
<i>Tabebuia impetiginosa</i> (Mart. ex DC.) Standl.	0,87
<i>Genipa americana</i> L.	0,85
<i>Euterpe oleracea</i> Mart.	0,77
<i>Himatanthus sukuuba</i> (Spruce ) Woodson	0,71
<i>Tectona grandis</i> L.f	0,47





**Figura 3.** Distribuição das altura das espécies amostradas nas minas revegetadas na Floresta Nacional Jamari, RO.

#### 5.4.2 Variação da altura nos substratos

Na Tabela 11 observa-se que a altura média das 24 espécies mais importantes entre os substratos estudados foi menor para o substrato RU ( $h=0,87$ ), as condições de solo sujeito a inundação é um fator limitante que influencia no crescimento e desenvolvimento das espécies.

A maior altura média das espécies mais importantes entre os substrato estudados foi de 1,82 m e ocorreu no substrato PL.

**Tabela 11.** Médias das alturas das plantas encontradas nos substratos: Piso de lavra(PI), Rejeito Capeado(RC), Rejeito seco(RS), Rejeito (RU), na Floresta Nacional do Jamari,RO.

Substrato	Altura(m)
PL	1,82
RC	1,44
RS	1,12
RU	0,87

#### 5.4.3 Variação da altura entre os níveis

Conforme os resultados apresentados na Tabela 12 observa-se que a altura das 24 espécies mais importantes aumentou com o níveis de recuperação, indicando idade mais avançada e uma melhora no sítio.

**Tabela 12.** Médias das altura das plantas nos diferentes níveis estudadas na Floresta Nacional do Jamari, RO.

Nível	Altura(m)
3	1,03
4	1,55
5	2,08
6	2,48

#### 5.5 Regeneração Natural e Mortalidade

A regeneração natural refere-se às fases iniciais de estabelecimento e desenvolvimento das plantas, sua boa condição quantitativa e qualitativa possibilita a preservação, a conservação e a formação de florestas, tanto de proteção integral como de uso sustentável.

Na Tabela 13, observamos que mina a Duduca foi a única que não apresentou regeneração natural e possui a maior porcentagem de mortalidade (32%). Na revegetação desta área foram usadas somente 5 espécies sendo elas: *Cedrela fissilis*, *Byrsonima garcibarrigae*, *Bauhinia guianensis*, *Samanea tubulosa*, *Tabebuia incana*, a área desta minas está 100% situada sobre o substrato rejeito seco, a elevada mortalidade indica uma não adaptação das espécies utilizadas ao substrato. A mina Cacimba apresentou a maior porcentagem de regeneração e menor mortalidade sendo os valores respectivamente de 17,95 e 1,27 %.

**Tabela 13** .Porcentagem da mortalidade e regeneração Natural (RN) da revegetação na minas da Floresta Nacional do Jamari, RO.

Mina	Mortalidade(%)	NRn	RN(%)
14 de Abril	6,35	2	0,85
Cacimba	1,27	14	17,95
Duduca	32,00	-	-
Novo mundo	4,26	7	15,56
Poço B	10,53	8	5,23
Santa Maria	6,39	17	5,04
Serra da onça	3,13	1	0,81

NRn- Número de indivíduos provenientes de regeneração natural

Características do local como a textura, instabilidade da superfície, compactação, retenção de água, pH, distância do banco de sementes, dentre outros, determinam as espécies adaptadas a se estabelecerem no local (ALMEIDA, 2002). As espécies provenientes de regeneração natural são apresentadas na Tabela 14.

**Tabela 14.** Número de indivíduos e forma de dispersão das espécies que regeneraram naturalmente, nas áreas revegetadas na minas na Floresta Nacional do Jamari, RO.

Espécie	Dispersão	N° indivíduos
Bignoniaceae		
<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D.Don	Anemocórica	15
Clusiaceae		
<i>Vismia ducke</i> Maguire	Zoocórica	13
Leguminosa		
NI3		1
Leguminosae-Caesalpinoidae		
<i>Bauhinia guianensis</i> Aubl. var. <i>splendens</i>	Autocórica	3
Leguminosae-Mimosoideae		
<i>Inga edulis</i> Mart.	Zoocórica	1
Malpighiaceae		
<i>Byrsonima garcibarrigae</i> Cuatréc		1
Moraceae		
<i>Schefflera morototoni</i>		4
Myrtaceae		
<i>Bellucia grossularioides</i>	Zoocórica	1
Myrtaceae		
<i>Psidium</i> sp.	Zoocórica	8
NI		2
Total		49

O principal meio de regeneração das espécies tropicais dá-se através da chuva de sementes (sementes dispersadas recentemente), através do banco de sementes do solo (sementes dormentes no solo), através do banco de plântulas (plântulas estabelecidas e suprimidas no chão da floresta), e através da formação de bosques (emissão rápida de brotos e/ou raízes provenientes de indivíduos danificados) (GARWOOD, 1989). Neste caso, como a área em revegetação não possui solo, portanto, é desprovida de banco de sementes no solo, sua principal fonte de propágulos é pelo vento e, ou, animais sendo a regeneração natural possível devido a proximidade de outros fragmentos florestais. Verificando-se, assim, que a fauna desempenha um importante papel na dispersão das espécies em regeneração e na recuperação das áreas degradadas, e sabe-se que os frutos das espécies *Inga* sp e *Psidium* sp são bastante apreciados pela fauna.

## 6 CONCLUSÃO

Os parâmetros utilizados para avaliação e comparação das áreas revegetadas foram considerados eficientes, podendo ser utilizados no monitoramento e tomada de decisões acerca das formações vegetais utilizadas para recuperação de áreas degradadas.

As minas 14 de Abril, Santa Maria e Serra da Onça apresentaram o melhor conjunto de resultados para diversidade e condições de desenvolvimento das espécies, podendo ser consideradas formações vegetais em estágio inicial de sucessão ecológica com alta probabilidade de sucesso na reintegração da vegetação de entorno. As minas Cacimba, Novo Mundo e Poço B apresentaram-se deficientes na análise de alguns parâmetros, necessitando de atenção especial para melhorar algumas características que estão influenciando no desenvolvimento da comunidade vegetal. A mina Duduca apresentou a pior situação, tendo os menores índices de diversidade, a maior porcentagem de mortalidade.

As espécies *Syzygium cumini*, *Tabebuia incana*, *Inga gracilifolia*, *Euterpe oleracea* confirmaram seu alto potencial para serem utilizadas em recuperação de áreas degradadas.

O substrato piso de lavra apresentou o melhor resultado quanto o índice de Shannon-Werver, a menor porcentagem de mortalidade e a maior média de altura das espécies estudadas, configurando-se o substrato que mais favorece ao desenvolvimento das plantas.

Devido as mudanças exigidas pelo IBAMA os menores níveis de recuperação apresentam maior diversidade.

As espécies que apresentaram as maiores médias de crescimento em altura foram : *Inga* sp., *Stryphnodendron guianense*, *Schizolobium amazonicum*, *Tabebuia incana*, e *Vismia ducki*.

A única mina que não apresentou regeneração natural foi a mina Duduca. As espécies *Jacaranda copaia*, *Vismia duckei* e *Psidium* sp. foram as principais espécies proveniente de regeneração natural devido principalmente a sua forma de dispersão e a proximidade de fragmentos florestais.

A análise do comportamento das comunidades revegetadas sobre os diferentes substratos e em diferentes níveis de recuperação permitiu a percepção e compreensão de fenômenos e situações que tem grande impacto sobre o desenvolvimento das comunidades vegetais. Analisando-se todos as variáveis: vegetação por mina, vegetação por substrato e vegetação por Nível de recuperação, pode-se afirmar que quanto maior a diversidade de famílias e espécies presentes mais positiva é a avaliação da vegetação.

## 7 RECOMENDAÇÕES

Realizar plantios de enriquecimento em todas as minas visando aumentar a diversidade. Nas minas Duduca e Serra da Onça realizar um adensamento para favorecer a cobertura do solo.

Introduzir maior quantidade de plantas de estágio sucessional avançado exeto para as mina Duduca pois esta apresenta uma menor densidade, que acarreta uma maior entrada de luminosidade prejudicando o desenvolvimento de plantas intolerantes ao sol.

Considerar no plantio o uso de espécies não arbóreas e com capacidade de atrair fauna.

Continuar a monitorar a aréa para estabelecer o final da recuperação das áreas degradadas.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, R.O.P. Revegetação de áreas mineradas: estudo dos procedimentos aplicados em mineração de área. 2002.160 p. Dissertação Mestrado. USP, São Paulo:

ALMEIDA, R.O.P.O; SÁNCHEZ, L.H. Revegetação de áreas de mineração: critérios de monitoramento e avaliação do desempenho, **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.29, n°.1, p.47-54, 2005.

BARBOSA, L.M. Ecological sigificance of Gallery Forests, including biosiversity. In: **International Symposium on assessment and monitoring of forest in tropical dry Regions with special referenced to gallery forest**, 1996. Brasilia. Proceeding...Brasilia: UNB, 1997.p158-181.

CAMPBELL, D.G., DALY, D.C., PRANCE, G.T.; MACIEL, U.N. Quantitative ecological inventory of terra firme and várzea tropical forest on the Rio Xingú, Brazilian Amazonia. **Brittonia**, 38(4): 369-393. 1986.

CAMPOS, J.C.; LANDGRAF, P.R.C. Análise da Regeneração natural de espécies florestais em matas ciliares de acordo com a distância da margem do lago. **Ciência Florestal**, V.11,n°002. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria- RS, Brasil,PP.143-151 , 2001.

CARVALHO, P.R.R. **Espécies Arbóreas Brasileiras**. Vol 1- Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas. Colombo PR. Embrapa Florestas, 2003

CORRÊA, R. S.; MELO, B. F. Ecologia da revegetação em áreas escavadas. **Ecologia e recuperação de áreas degradadas no Cerrado**. Brasília: Paralelo 15, 1998. p.65-99.

CURTIS, W.R. Effects of strip-mining on the hydrology of small mountain watersheds in Appalachia. In: **HUTNIK, Russell J. DAVIS, Grant. Ecology and reclamation of devastated land**. New York, Gordon and Breach, 1973. v. 1. p. 145-157.

DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. Defining and assessing soil quality. In: Doran, J. M.; Coleman, D. C.; Bezdicek, D. F.; Stewart, B. A. (ed.). **Defining soil quality for a sustainable environment**.Madison: **Soil Science Society of America**, 1994. p.3-21.Special Publication, 35.

DYER, K. L. & CURTIS, W. R. Effect of strip mining on water quality in small streams in Eastern Kentucky, 1967-1975. Upper Darby, Pennsylvania, U. S. Department of Agriculture, Forest Service, 1977. 13 p. (**Research Paper, NE-372**).

EMATTÊ, J. L. I. **Levantamento detalhado dos solos do “Campus experimental de Ilha Solteira”**. Piracicaba: ESALQ, 1980. 119p.

EMBRAPA . Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ) **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: EMBRAPA Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999.

EMBRAPA. Disponível em:<  
<http://www.cnpma.embrapa.br/unidade/index.php3?id=230&func=pesq>> Acessado em: 20 de agosto de 2009.

FARIAS, C. E. G. **Mineração e meio ambiente no Brasil**. Relatório Preparado para o CGEE, outubro de 2002.

FRANCO, A. A. Recomposição/restauração em áreas de mineração. In: **Workshop recuperação e manejo de áreas degradadas.**, 1997, Campinas,

GAMA , J. R. V. BOTELHO, S. A. BENTES-GAMA, M.M. SCOLFORO, J.R.S. Estrutura e potencial futuro de utilização da regeneração natural de floresta de várzea alta no município de Afuá, estado do Pará. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 13, n.º 2, p. 71-82 71,2003.

GAMA. J.R.V;BOTELHO,S,A; BENTES-GAMA,M.M Composição Florística e estrutura da regeneração natural de floresta secundário de várzea baixa no estuário amazônico. **Revista Árvore**, vol.26,número 005, Viçosa, Brasil,PP.559-566, setembro-outubro,2002.

GARWOOD, N. C. Tropical soil seed banks: a review. In:LECK, M.; PARKER, V.; SIMPSON, R. (Eds.). **Ecology of soil seed banks**. San Diego: Academic, 1989. p. 149-209.

GRIFFITH, J. J. Recuperação conservacionista de superfícies mineradas: uma revisão de literatura. Sociedade de Investigações Florestais, Viçosa-MG. **Boletim Técnico** nº2, 1980. 51 p.

HUSTON, M. 1979. A general hypothesis of species diversity. **Amer Naturalist**, 113:81-101 p.

IBAMA. **Mapeamento Temático da Pressão Antrópica da Floresta Nacional do Jamari**. Brasília, 1990.

IBAMA. **Plano de Manejo da Floresta Nacional do Jamari, RO**. Brasília,2005.

IVANAUSKAS, N. M, MONTEIRO, R, RODRIGUES, R. R. Estrutura de um trecho de floresta Amazônica na bacia do alto rio Xingu. **Acta Amazônica**.VOL. 34(2) 2004: 275 – 299.

KAGEYAMA, P. Y.; CASTRO, C.F.A.; CARPANEZZI, A. A. Implantação de matas ciliares: estratégias para auxiliar a sucessão secundária. In: **SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR** (1989: São Paulo).Campinas: Fundação Cargill. 1989. p.130-143.

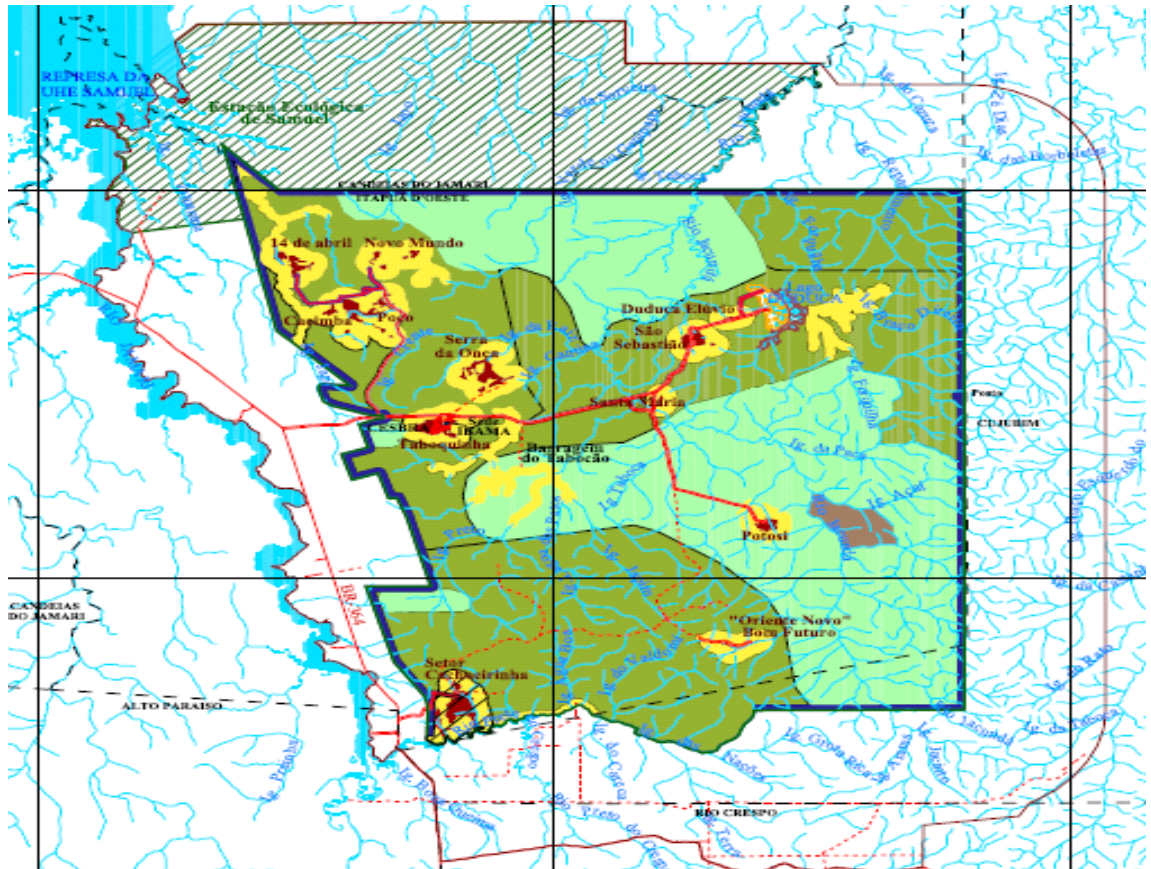
KOPEZINSKI, I. **Mineração x Meio Ambiente: Considerações Legais, Principais Impactos Ambientais e Seus Processos Modificadores**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Ed. da Universidade. Porto Alegre, 2000.

- LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos Trópicos: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas – possibilidades e métodos de aproveitamento sustentável**. Dt. Ges. fur Techn. Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, Eschborn. (Trad. De Guilherme de Almeida – Sedas e Gilberto Calcagnotto). Rossdorf, TZ – Verl. – Ges., 1990
- LONGO, R. M; RIBEIRO, A. Í; MELO, W. J. DE; caracterização física e química de áreas mineradas pela extração de cassiterita. **Bragantia**, Campinas, v.64, n.1, p.101-107, 2005.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras**. Nova Odessa, Editora Plantarum, 2002. v.2, 368p.
- LOURENZO, J. S. **Regeneração natural de uma área minerada de bauxita em Poços de Caldas, Minas Gerais**. 1991. 151 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- MARTINS, F.R. **O método de quadrantes e a fitossociologia de uma floresta residual do interior do estado de São Paulo: Parque Estadual de Vassununga**. 1979. 239f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo.
- MCGUIRE, J. R. There's more to reclamation than planting trees. Washington, D.C., U.S. Department of Agriculture, Forest Service, [s.d.]. Separata de **American Forests Magazine**, July 1977.
- MOREIRA, P. R. **Manejo do solo e recomposição da vegetação com vistas a recuperação de áreas degradadas pela extração de bauxita, Poços de Caldas, MG**. 2004. 139p. Tese Doutorado : UNESP, Rio Claro, SP.
- MOREIRA, P. R. **Manejo do solo e recomposição da vegetação com vistas a recuperação de áreas degradadas pela extração de bauxita, poços de caldas, MG**. 2004 Tese Doutorado Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Campus de Rio Claro, Rio Claro Estado de São Paulo – Brasil
- MORI, S.A.; RABELO, B.V.; TSOU, C.H.; DALY, D. Composition and structure of an eastern Amazonian forest at Camaipi, Amapá, Brasil. **Boletim Museu paraense Emilio Goeldi**, 5(1): 3-18. 1989.
- MOTTA NETO, J.A **Avaliação do uso de forrageiras e de adubações na recuperação de propriedades químicas e físicas de um solo degradado pela mineração de xisto** 1995.. 90p. Dissertação de mestrado. UFPR. Curitiba.
- NEVES, L.G & VALCARCEL, R. Regeneração Natural em áreas de empréstimos em vias de reabilitação. In: **Jornada de Iniciação Científica da UFRRJ**, Resumos..., 569p. p157-158. UFRRJ, Seropédica, RJ(28-30/11/00).ISSN 1518-5680.
- NOGUEIRA, J. C. B.; NOGUEIRA, L. T. Regeneração natural de mata ciliar na Estação Ecológica de Bauru. **Revista do Instituto Florestal**, Piracicaba, v. 3, n°. 2, p. 157- 162, 1991.
- OLIVEIRA F. L. & MELLO E. F. A mineração de areia e os impactos ambientais na bacia do rio São João, RJ. **Revista Brasileira de Geociências**. v37(2):374-389, junho de 2007. Arquivo digital disponível em < [www.sbgeo.org.br](http://www.sbgeo.org.br)>. Acessado em: 10 de Agosto de 2009.
- PARROTA, J.A., KNOWLES, O.H., WUNDERLE JR., J.M. Development of floristic diversity in 10-year old restoration forest on bauxite mined site in Amazonia. **Forest Ecology and Management** 99: 21-42. 1997.
- PARROTA, J.A., TURNBULL, J.W. & JONES, N. Catalyzing native forest regeneration on degraded tropical lands. **Forest Ecology and Management** 99:1-7. 1997.

- PIELOU, E.C. The measurement of diversity in different types of biological collections. **Journal Theoret. Biol.**, v.13, p.131-144, 1966.
- PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. **Biologia da conservação**. Londrina:, 2001. 328 p.
- RAYOL B. P., SILVA M. F. F. DA, ALVINO F. O. Dinâmica da diversidade florística da regeneração natural de florestas secundárias, no município de Bragança, Pará. **Ciências Naturais**, Belém, v. 1, n. 2, p. 9-27, maio-ago 2006.
- RODRIGUES, G. B.; MALTONI, K. L. ; CASSIOLATO, A. M.R. Dinâmica da regeneração do subsolo de áreas degradadas dentro do bioma Cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v.11, n.1, p.73–80, 2007 Campina Grande, PB.
- RODRIGUES, G. B.; MALTONI, K. L. ; CASSIOLATO, A. M.R. Dinâmica da regeneração do subsolo de áreas degradadas dentro do bioma Cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v.11, n.1, p.73–80, 2007 Campina Grande, PB.
- ROLIM, S.G ;NASCIMENTO, H.E.M. Análise da riqueza, diversidade e relação espécie abundância de uma comunidade arbórea tropical em diferentes intensidades amostrais. **Scientia Forestalis**, v52, p 7-16, 1997.
- SILVA, C.T. REIS, G. G. REIS, M. DAS G. F. SILVA, E. CHAVES, R. DE A. Avaliação temporal da florística arbórea de uma floresta secundária no município de Viçosa, Minas Gerais. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v.28, n.3, p. 429-441, 2004
- SILVA, S. M.; SILVA, F. C.; VIEIRA, A. O. S.; NAKAJIMA, J. N.; PIMENTA, J. A.; COLLI, S. Composição florística e fitossociológica do componente arbóreo das florestas ciliares da bacia do rio Tibagi, Várzea do rio Bitumirim, Município de Ipiranga, PR. In: **CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS**, São Paulo. **Anais**. São Paulo: Instituto Florestal, p. 192-198, 1992.
- SMYTH, T.J. Manejo da fertilidade do solo para introdução sustentada de cultivos na Amazônia. In: **O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e desenvolvimento sustentado**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.71-93, 1996.
- SOUZA, P. A. DE.; VENTURIN, N.; MACEDO, R. L. G. DE.; ALVARENGA, M.I. N.; SILVA, V. F. DA. Estabelecimento de espécies arbóreas em recuperação de área degradada pela extração de areia. **CERNE**, Lavras- MG, V.7, N.2, P.043-052, 2001.
- SPOSITO, G. The aims of soil science-challenges to be taken up by soil science – The applications and benefits of soil science. In: **World Congress of Soil Science**, 16, Montpellier-França. **Anais...** Montpellier: International Society of Soil Science, 1998. p.41-48.
- VALCARCEL, R.; D' ALTERIO, C.F.V.; Medidas Físico-Biológicas de recuperação de áreas degradadas: Avaliação das modificações edáficas e fitossociológicas. **Revista Floresta e Ambiente**. Vol.5(1):p 68-88, jan./dez.1998. Seropédica, RJ
- VELOSO, H.P.; RANGEL FILHO, A.L.R.; LIMA, J.C.A. **Classificação da Vegetação Brasileira Adaptada a um Sistema Universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991.



**ANEXO 1 Mapa de localização das minas revegetadas, na Floresta Nacional do Jamari, RO.**





**ANEXO 2.** Teste de Kruskal-Wallis para a variável altura, comparação de médias duas a duas. Das espécies amostradas na Floresta Nacional do Jamari, RO. Onde DE significa que as espécies diferem estatisticamente entre si.

N°	Espécie/N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	<i>Abarema jupumba</i>	0,91																							
2	<i>Anacardium occidentale</i>		0,96																						
3	<i>Bixa arborea</i>			1,40																					
4	<i>Byrsonima garcibarrigae</i>				1,22																				
5	<i>Cedrela fissilis</i>					1,25																			
6	<i>Clitoria fairchildiana</i>						1,41																		
7	<i>Cordia</i> sp.							1,19																	
8	<i>Euterpe oleracea</i>					DE			0,77																
9	<i>Genipa americana</i>					DE	DE			0,85															
10	<i>Himatanthus sucuuba</i>										0,71														
11	<i>Inga edulis</i>	DE							DE	DE		1,51													
12	<i>Inga gracilifolia</i>	DE							DE	DE	DE		1,36												
13	<i>Inga</i> sp.	DE							DE	DE	DE					2,37									
14	<i>Jacaranda copaia</i>															0,98									
15	<i>Jacaratia spinosa</i>																1,42								
16	<i>Samanea tubulosa</i>																1,41								
17	<i>Schizolobium amazonicum</i>																		2,83						
18	<i>Stryphnodendron guianense</i>	DE	DE						DE	DE	DE									2,16					
19	<i>Syzygium cumini</i>	DE							DE												1,43				
20	<i>Tabebuia impetiginosa</i>																		DE		0,87				
21	<i>Tabebuia incana</i>	DE	DE						DE	DE	DE										DE	1,86			
22	<i>Tachia guianensis</i> .			DE	DE	DE	DE					DE	DE	DE	DE		DE			DE	DE	DE	1,11		
23	<i>Tectona grandis</i> L.f																		DE			DE		0,47	
24	<i>Vismia duckei</i>																						DE		2,84