

---

**AHE JIRAU**  
**PROGRAMA DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS**  
**DEGRADADAS**

**Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD)**

**Áreas de Empréstimo de Cascalho de Nova Mutum**  
**Paraná**



**Março/2012**



## SUMÁRIO

|                                                                        |           |
|------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR E EMPRESA RESPONSÁVEL PELO PRAD</b> | <b>1</b>  |
| <b>2 APRESENTAÇÃO</b>                                                  | <b>2</b>  |
| <b>3 INFORMAÇÕES</b>                                                   | <b>3</b>  |
| 3.1 Objetivo                                                           | 3         |
| 3.2 Localização das Áreas Atingidas                                    | 3         |
| 3.3 Justificativas da Recuperação das Áreas Atingidas                  | 3         |
| <b>4 ASPECTOS GERAIS DAS ÁREAS OBJETO DO ESTUDO</b>                    | <b>6</b>  |
| 4.1 Fitofisionomia                                                     | 6         |
| 4.2 Geologia, Geomorfologia e solos                                    | 6         |
| 4.2.1 Aspectos Regionais                                               | 6         |
| 4.2.2 Aspectos Locais                                                  | 9         |
| 4.2.3 Sondagens a trado                                                | 12        |
| 4.2.4 Características Geológico-Geotécnicas das Jazidas                | 14        |
| <b>5 DESCRIÇÃO E MÉTODOS CONSTRUTIVOS DE REABILITAÇÃO AMBIENTAL</b>    | <b>26</b> |
| 5.1 Aspectos gerais                                                    | 26        |
| 5.2 Seqüência executiva das Técnicas de Recuperação a serem utilizadas | 27        |
| <b>6 PLANO DE DRENAGEM</b>                                             | <b>29</b> |
| 6.1 Drenagem de superfície                                             | 29        |
| 6.2 Drenagem subterrânea                                               | 30        |
| <b>7 PLANO DE ESTABILIZAÇÃO GEOTÉCNICA DE TALUDES</b>                  | <b>31</b> |
| <b>8 PLANO DE PREPARO DO SOLO E DA REVEGETAÇÃO</b>                     | <b>33</b> |
| 8.1 Preparo do solo                                                    | 33        |
| 8.2 Revegetação                                                        | 34        |
| 8.3 Seleção de espécies a serem utilizadas                             | 35        |
| 8.4 Enriquecimento Florestal                                           | 37        |
| 8.4.1 Preparo do terreno                                               | 39        |
| 8.4.2 Espaçamento e Densidade de Mudas para Plantio                    | 40        |
| 8.4.3 Fornecimento de Mudas                                            | 42        |
| 8.4.4 Demarcação dos grupos de Andersen                                | 43        |
| 8.4.5 Coveamento, Adubação e Época de Plantio                          | 43        |
| 8.4.6 Tratamentos Silviculturais                                       | 44        |
| 8.4.7 Avaliação e monitoramento pós plantio                            | 45        |



|           |                                                                                                                                                                  |           |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 8.4.8     | Recomendações.....                                                                                                                                               | 46        |
| <b>9</b>  | <b>CRONOGRAMA EXECUTIVO DOS SERVIÇOS .....</b>                                                                                                                   | <b>47</b> |
| <b>10</b> | <b>EQUIPE TÉCNICA.....</b>                                                                                                                                       | <b>48</b> |
| <b>11</b> | <b>BIBLIOGRAFIA .....</b>                                                                                                                                        | <b>49</b> |
| <b>12</b> | <b>ANEXOS .....</b>                                                                                                                                              | <b>51</b> |
|           | ANEXO 1 : ESQUEMA DO CORDÃO DE ENROCAMENTO DA ÁREA 1B .....                                                                                                      | 52        |
|           | ANEXO 2: ESQUEMA DE IMPLANTAÇÃO DE “DRENO CEGO” .....                                                                                                            | 53        |
|           | ANEXO 3: ESQUEMA DE ALTEAMENTO DE ESTRADA RURAL .....                                                                                                            | 54        |
|           | ANEXO 04 - LISTA DE ESPÉCIES QUE ESTÃO SENDO PRODUZIDAS NO<br>VIVEIRO DO AHE JIRAU E SUA CORRESPONDÊNCIA COM GÊNEROS<br>OBSERVADOS NA ÁREA DO RESERVATÓRIO ..... | 55        |
|           | ANEXO 5: DESENHO DE PONTOS DE OBSERVAÇÕES DE CAMPO .....                                                                                                         | 58        |
|           | ANEXOS 6 A 13: DESENHOS ESQUEMÁTICOS DAS INTERVENÇÕES DE<br>RECUPERAÇÃO EM CADA UMA DAS ÁREAS DO PRAD.....                                                       | 59        |



# **1 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR E EMPRESA RESPONSÁVEL PELO PRAD**

## **IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR**

- Nome: Energia Sustentável do Brasil S.A
- C.N.P.J.: 09.029.666/0001-47
- CTF/IBAMA: 2854120
- Atividades principais: Produção de Energia Elétrica
- Endereço da Empresa: Rua Almirante Barroso, 52 – Conj. 2802 - Centro – Rio de Janeiro - RJ.

## **IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA RESPONSÁVEL PELO PRAD**

- Nome: Juris Ambientis Consultores S/S - LTDA
- C.N.P.J.: 40.181.919/0001-43
- CTF/IBAMA: 259640
- Atividades principais: Consultoria Florestal
- Endereço da Empresa: Rua Humberto Carta, 96 – Hugo Lange – Curitiba - PR



## 2 APRESENTAÇÃO

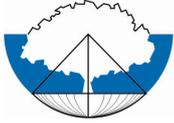
Em novembro de 2008 foram iniciadas as obras do Aproveitamento Hidrelétrico (AHE) Jirau, autorizadas pela Licença de Instalação nº 563/2008, emitida pelo IBAMA no dia 14 deste mês. O AHE Jirau está sendo implantado pela Energia Sustentável do Brasil (ESBR) no rio Madeira, no município de Porto Velho, Estado de Rondônia.

Para a formação do futuro lago do Aproveitamento Hidrelétrico de Jirau foi necessário a desmobilização da vila de Mutum-Paraná situada nas proximidades da ponte do rio Mutum-Paraná, afluente do rio Madeira. Com o intuito de realocação dos moradores foi criado o Pólo de Desenvolvimento de Nova Mutum-Paraná, com a criação de uma nova vila.

A construção de um novo pólo de desenvolvimento necessita de matérias primas de diversos tipos para a viabilização de sua construção, entre estes materiais estão os utilizados para a construção de arruamentos como cascalho e saibro, para posterior recobrimento com camada asfáltica.

Os materiais citados foram extraídos de jazida de cascalho existente na área do Pólo de Desenvolvimento de Nova Mutum-Paraná sob as coordenadas geográficas 8970000/328000 com um total de 22 lavras de extração, perfazendo uma área total de 37,36 hectares.

Para a viabilização da extração do material das cascalheiras, a vegetação existente sobre estas formada por pastagens com árvores, palmeiras e arbustos isolados foram suprimidas, juntamente com a camada superficial de solo. Com o término das atividades de exploração das jazidas existe a necessidade de recuperação destas áreas, afim de se proceder para um melhor aspecto visual e manutenção da biodiversidade local.



## 3 INFORMAÇÕES

### 3.1 OBJETIVO

### 3.2 LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS ATINGIDAS

Como apresentado anteriormente às áreas atingidas (cascalheiras) alvo de recuperação estão situadas na área do Pólo de Desenvolvimento de Nova Mutum-Paraná, município de Porto Velho, Estado de Rondônia.

As áreas foco de recuperação formam um conjunto de 22 lavras de exploração de saibro e cascalho em que as coordenadas UTM referentes a cada uma delas estão apresentadas através do Quadro 3/01.

**Quadro 1 – Código das lavras com suas respectivas coordenadas UTM**

| Código da Lavra | Coordenada X | Coordenada Y | Código da Lavra | Coordenada X | Coordenada Y |
|-----------------|--------------|--------------|-----------------|--------------|--------------|
| 1A              | 328050       | 8970012      | 1L              | 328896       | 8969424      |
| 1B              | 328228       | 8970024      | 1M              | 328815       | 8969261      |
| 1C              | 328441       | 8970026      | 2A              | 329010       | 8969371      |
| 1D              | 328499       | 8969935      | 2B              | 329058       | 8969294      |
| 1E              | 328583       | 8969752      | 2C              | 329036       | 8969460      |
| 1F              | 328635       | 8969615      | 2D              | 329209       | 8969266      |
| 1G              | 328538       | 8969551      | 2E              | 329238       | 8969418      |
| 1H              | 328678       | 8969446      | 2F              | 329364       | 8969301      |
| 1I              | 328906       | 8969656      | 2G              | 329461       | 8969507      |
| 1J              | 328776       | 8969370      | 2H              | 329708       | 8969475      |
| 1K              | 328809       | 8969375      | 2I              | 329767       | 8969381      |

Em anexo a este documento é apresentado um mapa geral com a localização das áreas de cascalheiras, juntamente com mapas detalhando individualmente ou em grupos as áreas de lavra a serem recuperadas.

### 3.3 JUSTIFICATIVAS DA RECUPERAÇÃO DAS ÁREAS ATINGIDAS

A recuperação das áreas das cascalheiras são necessárias em função de se possibilitar uma melhoria tanto do aspecto visual quanto da manutenção da biodiversidade local, fazendo com que a recuperação destas áreas propicie uma uniformização na paisagem, já que as áreas adjacentes às cascalheiras possuem vegetação composta por pastagem com a presença de árvores, palmeiras e arbustos ocorrendo de forma isolada.



A uniformização da paisagem e a manutenção da biodiversidade somente serão possíveis com a utilização de técnicas adequadas de recuperação, visando primeiramente a reconformação topográfica local, a estabilização de taludes, implantação de redes de drenagens eficientes afim se minimizar o carreamento de materiais particulados, a recomposição da camada de solo superficial e finalmente a reintrodução de espécies vegetais, garantindo desta forma o sucesso na recuperação das áreas atingidas.

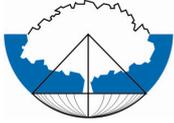
Além dos fatores citados a recuperação de ambientes cuja degradação foi promovida pelo homem deve imitar, o mais fielmente possível, os componentes ecológicos das comunidades naturais em fase inicial de sucessão ou daquelas em que ocorre sucessão edáfica. Para isto, é necessário que o homem crie “gatilhos ecológicos” que induzam a regeneração natural, baseados na:

- diversidade de formas de vida e suas diferentes estratégias de aproveitamento energético dentro das comunidades;
- dinâmica de clareiras que gera mosaicos de idades, estruturas de espécies em uma comunidade vegetal;
- teia alimentar de uma comunidade natural;
- conexão dos níveis tróficos dos produtores, consumidores e decompositores.

A dispersão de sementes para áreas em recuperação é fundamental para a sucessão ecológica, já que estas áreas estão, quase sempre, desprovidas de banco de sementes viáveis.

Quase todos os programas e planos de recuperação de áreas degradadas tradicionais são elaborados e implementados utilizando-se quase exclusivamente de espécies arbóreas e desconsiderando os processos sucessionais naturais que incrementam e selecionam naturalmente.

Por outro lado, ervas, arbustos e lianas são formas de vida que colonizam áreas rapidamente e que florescem e frutificam em curtos períodos de tempo, o que atrai uma fauna dispersora de propágulos fundamental no início da recolonização de áreas em restauração.

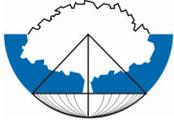


No entorno do futuro AHE Jirau existem Áreas de Preservação Permanente degradadas próximas de corredores arborizados e áreas em processo de sucessão vegetal avançado. Assim este Projeto de Recuperação deve visar, além da recuperação da área específica também proporcionar formação de corredores, utilizando técnicas alternativas aos planos e programas tradicionais, denominadas de nucleação, sem, entretanto prescindir das técnicas tradicionais de plantios diversificados.

A nucleação se baseia na ativação do potencial de auto-regeneração da comunidade por meio da formação de micro-habitats em núcleos que irradiam diversidade por toda a área. Este conceito restitui mosaicos de diversidade e não áreas totais, deixando que processos naturais tais como a sucessão ecológica, heterogeneidade de ambientes, facilitação, interações interespecíficas e colonização de clareiras conduzam a colonização do espaço em recomposição. Reis et al. (2003b) denominam “técnicas nucleadoras de restauração” ao plantios de mudas de espécies arbóreas em grupos de Anderson.

As técnicas de nucleação aplicadas em trabalhos de recuperação ambiental possuem as seguintes vantagens, em relação às técnicas tradicionais de plantio de mudas de espécies arbóreas alinhadas:

- tendem a facilitar o processo sucessional natural, tornando-o mais efetivo quanto mais numerosos e diversificados forem os núcleos;
- induzem e aproximam em semelhança a restauração da área aos processos naturais de sucessão;
- induzem a formação de comunidades diversificadas que tendem a uma estabilização rápida com o mínimo aporte de energia artificial;
- proporcionam maior resiliência na sucessão secundária de áreas em recomposição ao reproduzir processos sucessionais primários e secundários naturais;
- o ingresso de espécies de plantas e o estabelecimento de comunidades vegetais e animais passa a ser regido por uma ordem natural apenas induzida pelo homem.



Quanto maior a variedade de técnicas nucleadoras utilizadas em uma área, maior as probabilidades de sucesso e redução de tempo para a formação de comunidades estabilizadas, pois técnicas diferentes são complementares.

## **4 ASPECTOS GERAIS DAS ÁREAS OBJETO DO ESTUDO**

### **4.1 FITOFISIONOMIA**

Fitofisionomicamente as áreas de recuperação são formadas por vegetação caracterizada como pastagens com árvores, palmeiras (principalmente babaçus) e arbustos ocorrendo de maneira isolada. Áreas próximas possuem vegetação arbórea em estágio inicial de regeneração natural, conhecidas popularmente como capoeirinhas ou capoeiras.

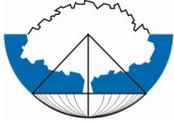
### **4.2 GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA E SOLOS**

#### **4.2.1 Aspectos Regionais**

Segundo CPRM (1999), na região de estudo (Fig.1) ocorrem granitóides meso/neoproterozóicos representados pelas suítes Santo Antonio (monzogranitos, sienogranitos), São Lourenço-Caripunas (granitos, sienogranitos, riodacitos pórfiros), Teotônio (granitos, sienitos) e Granitos Jovens de Rondônia (granitos, sienogranitos).

Além das suítes granitóides citadas, ocorre uma sequência epimetamórfica de natureza vulcanoclástica denominada Formação Mutum-Paraná (metarenitos feldspáticos, metarcóseos, metaconglomerados, metacherts, metatufos), de idade mesoproterozóica, restrita à margem esquerda do rio Madeira na região de estudo, e uma sequência sedimentar denominada Formação Palmeiral, de idade meso/neoproterozóica, que ocupa porção significativa da margem direita deste rio.

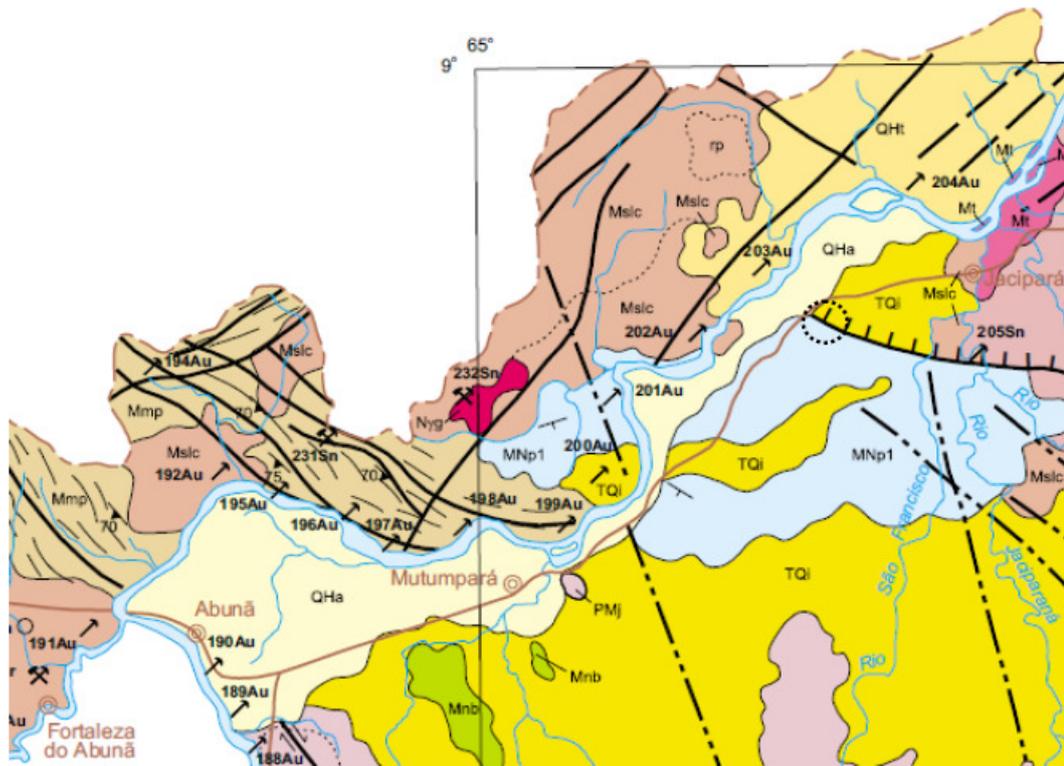
A Formação Palmeiral, de interesse ao PRAD, é uma unidade integrante da cobertura sedimentar proterozóica do estado de Rondônia que foi preservada no Graben de São Lourenço, estrutura integrante da Bacia de Rondônia, sendo constituída por arenitos ortoquartzíticos esbranquiçados, fortemente cimentados, arenitos feldspáticos com estratificação cruzada de baixo ângulo e ortoconglomerados (CPRM, 1999).



Porção significativa da região é ocupada por formações superficiais cenozóicas representadas por sedimentos aluvionares e coluvionares, terraços fluviais sub-recentes compostos por cascalhos, areias e argilas, bem como coberturas sedimentares indiferenciadas formadas por sedimentos de granulometria variável de cascalho a argila, em processo de franca laterização (Fig.1).

Segundo RADAM (1978), a região insere-se no Planalto Rebaixado da Amazônia, sendo constituída por uma superfície pediplanada que abrange a mancha urbana de Nova Mutum-Paraná e que é limitada ao sul por superfície tabular erosiva constituída por relevo residual de topo aplanado, limitado por rebordos erosivos, que abriga o sítio das jazidas de cascalho do presente PRAD.

Ainda segundo RADAM (op.cit.), os solos predominantes na região são Latossolos Vermelho-Amarelos álicos.



**LEGENDA**

**CENOZÓICO**

- QHa Sedimentos aluvionares e coluvionares depositados nos canais fluviais e planície de inundação
- QHt Terraços fluviais compostos por cascalho, areia e argila
- TQi Coberturas sedimentares indiferenciadas com laterização significativa

**MESOPROTEROZÓICO-NEOPROTEROZÓICO**

**Formação Palmeiral**

- MNp1 Graben de São Lourenço – Arenitos ortoquartzíticos esbranquiçados fortemente cimentados, arenitos feldspáticos com estratificação cruzada de baixo ângulo e ortoconglomerados

**NEOPROTEROZÓICO**

- Nyg Granitos Jovens de Rondônia: anfíbólio-biotita-álcali-feldspato granitos, álcali-feldspato granitos, riolitos pórfiros

**MESOPROTEROZÓICO**

**Suíte intrusiva São Lourenço-Caripunas**

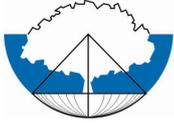
- Mslc Faialita-anfíbólio-álcali-feldspato granitos, anfíbólio-biotita sienogranitos, álcali-feldspato granitos

**Formação Mutum-Paraná**

- Mmp Metarenitos feldspáticos, metarcóseos, metaconglomerados, filitos, quartzitos micáceos, meta-cherts, meta-tufos e mica xistos de granulação fina

- Região de estudo

Fig. 1: Geologia Regional Fonte: CPRM – 1999



## 4.2.2 Aspectos Locais

O sítio que abriga as jazidas de cascalho é constituído por uma superfície tabular erosiva ou tabuleiro, de topo aplanado e de vales de fundo plano, com amplitude local da ordem de 40m, sustentada por arenitos arcoseanos finos, de cor violeta, em franco processo de laterização, e por conglomerados litificados, litologias atribuídas à Formação Palmeiral. As encostas são cobertas por solos coluviais delgados em seus setores mais declivosos, conforme taludes remanescentes deixados nas jazidas 1L, 2A, 2C e 2E, que atingem maior espessura em seus sopés, segundo taludes de corte testemunhos deixados nas jazidas 1M, 2B, 2D e 2F.

Os arenitos arcoseanos apresentam-se desde maciços, conformando bancos nos cortes de terreno, a aflorantes nos terrenos explorados, constituindo-se o topo rochoso alterado ou o limite do depósito de cascalho em diversas jazidas, sendo denunciados por terrenos desnudos, pouco vegetados. Apresentam-se bastante alterados e invadidos, a partir de suas descontinuidades, por intenso processo de laterização que, nos topos aplanados, gerou espessa camada de canga laterítica, como na jazida 1H.

Os conglomerados são polimíticos, constituídos principalmente por clastos de quartzo, quartzito, sílex, além de rochas básicas e granitos, de dimensão variável de 3,0 a 15,0cm, envolvidos em matriz constituída por areia arcossiana com provável cimento silicoso. Os seixos apresentam “pintas” superficiais, sendo popularmente conhecidos na região como “ovo de pomba”.

Os conglomerados ocorrem capeando as elevações, sobrepostos aos arenitos arcoseanos, como na jazida 2H, bem como constituem maciços essencialmente conglomeráticos, com espessura da ordem de 25,0m, como nas jazidas 1A, 1B e 1C. Esses maciços apresentam em superfície cascalhos constituídos por seixos soltos, envolvidos por matriz arenosa, apresentando-se extremamente litificados e duros a partir de cerca de 2,0m metros de profundidade, o que impede sua escarificação com equipamentos mecânicos.

Os solos coluviais são solos areno-argilosos finos de cor avermelhada que possuem acréscimo de argila no horizonte “B”, possuindo assim caráter latossólico, que abrigam horizontes de pedregulhos e cascalhos.



As linhas de drenagem que interceptam a estrada principal que dá acesso às jazidas originam-se de surgências localizadas em anfiteatros e nos sopés das encostas, normalmente no contato dos solos de alteração com bancos de arenitos maciços.

As jazidas de cascalho exploradas localizam-se em sua maior parte nos topos das elevações, distribuindo-se ainda nas baixas encostas, nos sopés das elevações e, mais raramente, em toda a encosta, como nas jazidas 1B e 1C.

Os processos de meio físico observados limitam-se à erosão laminar desenvolvida sobre arenitos arcoseanos, bastante suscetíveis, e sobre areias da matriz dos cascalhos soltos sobrepostos aos conglomerados, e ao conseqüente assoreamento de baixios dos terrenos explorados e de seu entorno próximo. Os arenitos foram expostos pela remoção dos solos argilosos do capeamento, enquanto que o movimento de terra para a exploração do cascalho propiciou a liberação de sedimentos arenosos que foram carreados para os sopés das áreas exploradas. A erosão foi propiciada ainda pela abertura de estradas de acesso às jazidas em terrenos mais declivosos das encostas, cujos eixos são transversais à estrada principal.

A remoção da cobertura vegetal e das camadas de solo que recobriam os terrenos, quando existentes, com exposição de níveis rochosos menos permeáveis, certamente aumentou o escoamento superficial das águas superficiais e seu potencial erosivo.

As fotos a seguir ilustram os aspectos abordados.



|                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                |                                                                                                                                                                          |
| <p><b>Foto 1 – Jazida 1C</b> – Encosta de relevo residual de topo aplanado suportado por conglomerados.<br/>Ponto 274: N: 8.970.304 ; E: 328.346</p>                                            | <p><b>Foto 2 – Jazida 1I</b> – Tabuleiro suportado por arenitos arcoseanos, vendo-se em seu sopé parte da jazida 1F e ocorrendo em seu topo a jazida 1I. Em primeiro plano, conglomerados litificados, duros.<br/>Ponto 285: N: 8.969.817 ; E: 328.636</p> |
|                                                                                                               |                                                                                                                                                                         |
| <p><b>Foto 3 – Jazida 1F</b> – Vale de fundo chato, visto a partir de anfi-teatro de drenagem.</p>                                                                                              | <p><b>Foto 4 – Jazida 2B</b> – Relevo residual suportado por arenitos arcoseanos, observando-se à frente talude remanescente de exploração exibindo solos coluviais, caracterizados como latossolos.<br/>Ponto 257: N: 8.969.281 ; E: 329.010</p>          |
|                                                                                                              |                                                                                                                                                                        |
| <p><b>Foto 5– Jazida 2H</b> – Arenitos arcoseanos expostos pela exploração, vendo-se ao fundo palmeira babaçu sobre o nível original dos terrenos.<br/>Ponto 233: N: 8.969.451 ; E: 329.721</p> | <p><b>Foto 6 – Jazida 2I</b> – Conglomerados litificados, duros, expostos na superfície do terreno explorado, indicativo de seu limite de escarificação.<br/>Ponto 234: N: 8.969.378 ; E: 329.714</p>                                                      |



**Foto 7 – Jazida 1H** – Cascalho de canga laterítica de dimensão decimétrica desenvolvida em topo essencialmente plano de relevo residual.  
Ponto 257: N: 8.969.421 ; E: 328.624



**Foto 8 – Jazida 2F** – Aspecto peculiar dos clastos do conglomerado, denominados popularmente de “ovo de pomba”.  
Ponto 246: N: 8.969.291 ; E: 329.326

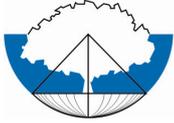
### 4.2.3 Sondagens a trado

Face à ocorrência de terrenos remanescentes muito duros em diversas jazidas, foi realizada uma campanha de sondagens a trado de forma a verificar a escavabilidade dos mesmos com ferramentas manuais, bem como de reconhecer as camadas do subsolo e suas características texturais, visando a abertura de futuras covas de mudas para revegetação (Tabela 1).



Tabela 1: Sondagens a Trado

| SONDAGEM A TRADO | JAZIDA | COORDENADAS UTM            | PROFUNDIDADE (m)<br>TEXTURA DOS SOLOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------------------|--------|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ST-01            | 2H     | N: 8.969.459<br>E: 329.564 | 0,0 a 0,10m – areia fina argilosa de cor cinza;<br>0,10 a 0,25m- cascalhos de arenito arcoseano em matriz argilosa cinza;<br>0,25 a 0,45m (*) – cascalho arredondado grosseiro ( 2,0 a 7,0cm) em matriz argilosa.<br>(*) Impenetrável a 0,45m                                                                                                                                                                         |
| ST-02            | 2H     | N: 8.969.500<br>E: 329.635 | 0,0 a 0,05m (*) – cascalho arredondado grosseiro.<br>(*) Impenetrável a 0,05m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| ST-03            | 2D     | N: 8.969.301<br>E: 329.225 | 0,0 a 0,70m – areia fina argilosa de cor amarelo ocre c/ pedregulhos finos;<br>0,70 a 1,10m – cascalho laterítico fino em matriz argilo-arenosa de cor variegada (amarelo/vermelho).                                                                                                                                                                                                                                  |
| ST-04            | 2C     | N: 8.969.413<br>E: 329.055 | 0,0 a 0,20m – areia fina argilosa de cor amarelo ocre c/ cascalho médio (max. 5cm);<br>0,20 a 0,60m – areia fina a média pouco argilosa de cor variegada (amarelo ocre/laranja);<br>0,60 a 1,10m – areia fina a média siltosa de cor variegada (amarelo acizentado) c/ fragmentos de arenito arcoseano;                                                                                                               |
| ST-05            | 2B     | N: 8.969.303<br>E: 329.047 | 0,0 a 0,30m (*) – areia fina a média argilosa de cor variegada em tons de amarelo e vermelho (solo laterizado) c/ pedregulhos finos angulosos<br>(*) Impenetrável a 0,30m                                                                                                                                                                                                                                             |
| ST-06            | 2B     | N: 8.969.281<br>E: 329.010 | 0,0 a 0,50m – areia fina argilosa c/ pedregulhos finos;<br>0,50 a 0,85m – areia fina a média argilosa c/ cascalhos grossos laterizados;<br>0,85 a 1,15m – argila pouco arenosa de cor variegada (amarelo/vermelho) c/ pedregulhos finos.                                                                                                                                                                              |
| ST-07            | 1L     | N: 8.969.403<br>E: 328.905 | 0,0 a 0,30m – areia fina a média argilosa c/ pedregulhos finos, de cor variegada (amarelo/vermelho);<br>0,30 a 0,40m – areia fina a média siltosa, pouco argilosa, c/ pedregulhos médios de laterita de cor variegada (violeta/amarelo);<br>0,40 a 0,90m – areia fina a média argilosa cor variegada.                                                                                                                 |
| ST-08            | 1M     | N: 8.969.250<br>E: 328.823 | 0,0 a 0,10m – areia fina argilosa cor cinza amarronzada;<br>0,10 a 1,20m – areia fina argilosa c/ pedregulhos de laterita<br>Nível d'água a 1,20m                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| ST-09            | 1F     | N: 8.969.577<br>E: 328.615 | 0,0 a 0,50m – areia fina siltosa pouco argilosa de cor ocre;<br>0,50 a 1,00m – areia fina argilosa de cor variegada com cascalho médio de laterita e solo de alteração de arenito;                                                                                                                                                                                                                                    |
| ST-10            | 1D     | N: 8.969.860<br>E: 328.582 | 0,0 a 0,20m – aterro – areia fina, média a grossa de cor cinza c/ cascalho fino, médio e grosso;<br>0,20 a 0,40m – aterro - areia fina argilosa de cor cinza claro a escuro c/ fragmentos vegetais;<br>0,40 a 0,60m – aterro - areia fina argilosa de cor marrom c/ raízes e fragmentos vegetais;<br>0,60 a 1,30m – aterro – argila orgânica plástica de cor cinza escuro c/ raízes, fragmentos vegetais e cascalhos. |
| ST-11            | 1D     | N: 8.969.951<br>E: 328.555 | 0,0 a 0,80m (*) – silte argiloso de cor cinza c/ fragmentos vegetais e cascalho fino a médio.<br>(*) Impenetrável a 0,80m                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| ST-12            | 1E     | N: 8.969.830<br>E: 328.524 | 0,0 a 0,10m – aterro - areia fina, media e grossa pouco argilosa de cor cinza variegada c/ pedregulhos médios;<br>0,10 a 0,40m – aterro - areia fina a média pouco argilosa de cor marrom acastanhado c/ cascalho grosseiro;<br>0,40 a 0,60m – aterro – areia fina a média pouco argilosa de cor cinza escura c/ matéria orgânica e restos vegetais;<br>0,60 a 0,80m – areia fina pouco argilosa de cor marrom        |
| ST-13            | 1I     | N: 8.969.634<br>E: 328.919 | 0,0 a 0,40m – areia fina silto-argilosa de cor marrom;<br>0,40 a 0,80m – areia fina siltosa, pouco argilosa, cor variegada;<br>0,80 a 1,20m – idem, cor mais avermelhada                                                                                                                                                                                                                                              |



## 4.2.4 Características Geológico-Geotécnicas das Jazidas

- **Jazida 1A**

A jazida 1A situa-se no topo de relevo residual aplanado, em terrenos com declividades inferiores a 10%, destacando-se das demais jazidas de cascalho por sua extensa área explorada, que alcança cerca de 7,5 ha. Desta jazida foi explorado essencialmente um nível de cascalho solto de cerca de 1,5m de espessura, sobreposto a maciço de conglomerados litificados não escarificáveis, que alcançam 30m de espessura. De forma a definir o topo do conglomerado litificado, a lavra de cascalho foi precedida pela prospecção dos terrenos por trincheiras escavadas com retroescavadeira.

O método de lavra consistiu na escavação do horizonte de cascalhos soltos e seu carregamento em caminhões, deixando no terreno elevações residuais de cascalho não escarificável.



**Foto 9 – Jazida 1A** – Vista geral da área da jazida a partir da jazida 1I, desenvolvida em terrenos de topo, observando-se à direita taludes da jazida 1B.  
Ponto 240: N: 8.969.658 ; E: 328.864



**Foto 10 – Jazida 1A** – Porção ocidental da área lavrada, observando-se já uma patamarização dos terrenos, constituídos por conglomerado litificado com cascalhos soltos em superfície.  
Ponto 281: N: 8.969.985 ; E: 327.914



|                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                           |                                                                                                                                                           |
| <p><b>Foto 11 – Jazida 1A</b> – Nível de conglomerado duro, litificado, não escarificável, deixado no terreno.<br/>Ponto 282: N: 8.969.859; E: 327.941</p> | <p><b>Foto 12 – Jazida 1A</b> – Talude de corte em terreno natural no limite sul da área explorada, vendo-se cerca de 1,5m de espessura de cascalhos soltos sobrepostos a conglomerados duros.<br/>Ponto 282: N: 8.969.859 ; E: 327.941</p> |

- **Jazidas 1B e 1C**

As duas jazidas devem ser consideradas conjuntamente por serem de mesma tipologia , caracterizadas principalmente por sua exploração em terrenos de encosta, tipologia distinta das jazidas vizinhas 1A e 1D, desenvolvidas em topos aplanados. A exploração de cascalhos em encosta declivosa com cerca de 40% de inclinação gerou taludes de corte, principalmente, escavados em maciço de conglomerados litificados e fortemente cimentados com aproximadamente 30m de espessura. A Foto 01, apresentada anteriormente na pagina 10 deste relatório, exhibe parte da encosta lavrada da jazida 1C. Os taludes escavados em ambas as jazidas mostram trechos subverticalizados, função da coesão existente nos conglomerados são, fortemente cimentados.

A jazida 1C apresenta-se com taludes estáveis e com inclinação correta de bermas, possibilitando que as águas de chuva escoem no pé do talude superior, escavado em rocha dura, dispensando o uso de canaletas. Entretanto, conforme observado, eventuais obstruções provocadas por pequenos escorregamentos de taludes em cascalho solto fazem com que a água se represe e esorra transversalmente ao talude, provocando novos pequenos escorregamentos e obstruções. Recomenda-se para esta jazida

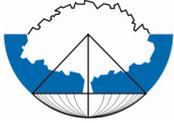
mera manutenção manual, com desobstruções das bermas e reconformação manual dos taludes.

|                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                   |
| <p><b>Foto 13 – Jazida 1B</b> – Vista lateral da área explorada, vendo-se taludes e bermas escavados e assoreamento no pé do talude inferior.<br/>Ponto 278: N: 8.969.969; E: 328.470</p>                                                               | <p><b>Foto 14 – Jazida 1C</b> – Vista lateral da área explorada, vendo-se taludes e bermas escavados. O poste ao alto assinala o limite com a jazida 1D.<br/>Ponto 278: N: 8.970.006; E: 328.201</p>                                |
|                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                  |
| <p><b>Foto 15 – Jazida 1B</b> – Taludes e bermas escavados em maciço de conglomerados fortemente cimentados e coesos, vendo-se, em função disso, trechos de taludes subverticalizados. Ao fundo, jazida 1C.<br/>Ponto 282: N: 8.970.006; E: 328.175</p> | <p><b>Foto 16 – Jazida 1C</b> – Taludes e bermas escavados em maciço de conglomerados fortemente cimentados e coesos, vendo-se, em função disso, trechos de taludes subverticalizados.<br/>Ponto 275: N: 8.970.086 ; E: 328.364</p> |

- **Jazidas 1D e 1E**

Conforme comentado, as jazidas 1D e 1E podem ser enquadradas como de tipologia de topos aplanados, desenvolvendo-se em grande extensão e possuindo declividades baixas, da ordem de 5 a 7%, excepcionalmente 12% em setores mais declivosos de encosta. Ambas as jazidas foram em parte recuperadas, encontrando-se cobertas por capim braquiária de altura superior a 1,0m.

Em ambas as jazidas, a exploração se concentrou numa camada de cerca de 2,0m de espessura de cascalhos soltos e/ou conglomerados escarificáveis,

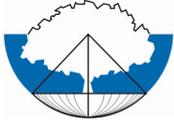


segundo perfil do terreno original preservado em elevação testemunho (Foto 18).

A sondagem a trado ST-10, executada na porção leste da jazida 1D, e a sondagem ST-12, executada na porção oeste da jazida 1E, atravessaram espessuras de 1,30m e 0,60m, respectivamente, de aterro constituído por areia fina a média argilosa com cascalhos, matéria orgânica e restos vegetais (Tabela 1). Esse aterro visou o recobrimento da superfície dura do terreno e a recuperação da área explorada.

De um modo geral, estas áreas estão consolidadas, necessitando somente do recobrimento de áreas duras desprovidas de vegetação (Foto 17) com solos e gramíneas, com posterior revegetação com espécies arbóreas.

|                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                               |                                                                                                                                                                      |
| <p><b>Foto 17 – Jazida 1D</b> – Conglomerados duros na superfície dos terrenos da jazida 1D, vendo-se ao fundo poste balizando a espessura de cascalhos explorados.<br/>Ponto 276: N: 8.969.939; E: 328.332</p> | <p><b>Foto 18 – Jazida 1D</b> – Elevação suportando poste de energia exibindo o perfil original do terreno explorado, constituído por conglomerados fortemente cimentados e coesos cobertos por cascalhos.<br/>Ponto 277: N: 8.969.969 ; E: 328.470</p> |
|                                                                                                                              |                                                                                                                                                                     |
| <p><b>Foto 19 – Jazida 1E</b> – Vista da jazida 1E ao fundo, a partir da área 1F, em primeiro plano.<br/>Ponto 265: N: 8.969.577; E: 328.615</p>                                                                | <p><b>Foto 20 – Jazida 1E</b> – Vista seqüencial à foto anterior, vendo-se a jazida 1E ao fundo, a partir da área 1F, em primeiro plano.<br/>Ponto 265: N: 8.969.577; E: 328.615</p>                                                                    |



• **Jazidas 1F e 1G**

As áreas exploradas são pequenas e situam-se no mesmo sítio, caracterizando-se por apresentar tanto arenito arcoseano laterizado (jazida 1F), como observado nas fotos 19 e 20, quanto arenitos arcoseanos com níveis de conglomerados (Jazida 1F) e conglomerados litificados duros ao nível dos terrenos explorados (jazida 1G).

As áreas caracterizam-se ainda pela exposição do lençol freático decorrente da remoção da camada de cascalho e de conglomerados que recobria a superfície rochosa, avaliada em cerca de 1,80m de espessura, segundo elevação testemunho deixada no local (Foto 23).

Em função da exposição dos litotipos em terrenos com declividades da ordem de 12%, as porções baixas junto à estrada apresentam-se assoreadas, a drenagem espalhando-se lateralmente e assumindo feições anastomosadas (Foto 22).

De forma a restabelecer o fluxo subterrâneo original e propiciar ainda terrenos passíveis de plantio, deverá ser construído um dreno cego ao longo do talvegue e seu posterior aterramento com camada de solos argilosos, seguido de solos férteis e gramíneas.



**Foto 21 – Jazida 1F** – Arenitos arcoseanos com níveis de conglomerados duros na superfície dos terrenos explorados, observando-se lençol freático exposto.  
Ponto 265: N: 8.969.577; E: 328.615



**Foto 22 – Jazida 1F** – Vista no sentido oposto ao da foto anterior, observando-se lençol freático exposto pela lavra, limitado pela superfície rochosa.  
Ponto 265: N: 8.969.577; E: 328.615



**Foto 23 – Jazida 1G** – Vista da jazida 1E ao fundo, a partir da área 1F, em primeiro plano.  
Ponto 266: N: 8.969.577; E: 328.549



**Foto 24 – Jazida 1G** – Vista seqüencial à foto anterior, vendo-se a jazida 1E ao fundo, a partir da área 1F, em primeiro plano.  
Ponto 266: N: 8.969.577; E: 328.549

#### • Jazidas 1H, 1I e 1N

As jazidas 1H, 1I e 1N podem ser reunidas em uma tipologia distinta das demais, a de cascalhos concrecionários lateríticos desenvolvidos sobre topos planos restritos. As superfícies finais de lavra presentes são irregulares, com algumas porções de terreno mais elevadas, apresentando declividades que variam de 4,5% na jazida 1H a 8,6% na jazida 1I, chegando a atingir 12,5% no setor de encosta sul, junto à estrada anteriormente utilizada em sua exploração.

A rocha matriz alterada, presente na superfície dos terrenos da jazida 1I e identificada em profundidade na sondagem a trado ST-13 é um arenito arcoseano de granulação fina de cor variegada exibindo porções amarronzadas resultantes de laterização. Segundo perfil testemunho da topografia original da área (Foto 28), uma camada de cerca de 1,0m de espessura de cascalho laterítico foi explorada.

A área 1H foi prospectada por escavação até a profundidade de 1,20m, apresentando blocos de canga laterítica de dimensão centimétrica a decimétrica (Foto 07). De forma a impedir que as águas de chuva escorram encosta abaixo e provoquem erosão, a operação de lavra construiu leiras de proteção nas bordas do topo (Foto 26).



|                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                               |                                                                                                           |
| <p><b>Foto 25 – Jazida 1H</b> – Cascalhos lateríticos de dimensão centimétrica a decimétrica expostos na superfície do terreno.<br/>Ponto 273: N: 8.969.421; E: 328.624</p>    | <p><b>Foto 26 – Jazida 1H</b> – Leira de cascalhos lateríticos construída na borda do topo, impedindo que águas de chuva escurram pela encosta.<br/>Ponto 273: N: 8.969.421; E: 328.624</p> |
|                                                                                              |                                                                                                          |
| <p><b>Foto 27 – Jazida 1I</b> – Superfície final de lavra, observando-se terrenos aplanados desenvolvidos sobre arenito arcoseano.<br/>Ponto 271: N: 8.969.634; E: 328.919</p> | <p><b>Foto 28 – Jazida 1I</b> – Testemunho da topografia original da área, observando-se espessura de cascalho laterítico explorado.<br/>Ponto 272: N: 8.969.609; E: 328.934</p>            |

• **Jazidas 1J, 1K, 1L e 1M**

Estas jazidas têm em comum sua localização, situando-se no sopé da encosta, e a origem dos cascalhos explorados, de natureza coluvionar (foto 32). As jazidas 1J e 1K, pequenas e contíguas, foram exploradas em terrenos de topografia mais movimentada, com declividades da ordem de 10%, enquanto que os terrenos das jazidas 1M e 1L exibem inclinações, de 7,6 e 8,18%, respectivamente.

As jazidas 1J, 1K e 1L exibem superfícies expostas, erodidas, resultantes da exposição de arenitos arcoseanos laterizados em terrenos mais declivosos. As jazidas 1J e 1K sofrem ainda do efeito erosivo de águas superficiais

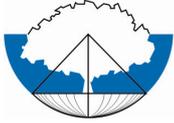


direcionadas e concentradas pela estrada de acesso à jazida 1I (Foto 30). Os sedimentos transportados pela estrada, acrescidos dos sedimentos erodidos destas áreas, são depositados na área 1M, provocando seu assoreamento.

As jazidas 1L (Foto 31) e 1M (Foto 32) foram investigadas pelas sondagens ST-07 e ST-08, respectivamente, que atravessaram solos com textura de areia fina a média argilosa com pedregulhos finos tendo abaixo camada de mesma natureza contendo cascalhos médios de laterita de cor variegada. A sondagem ST-08 interceptou o lençol freático à profundidade de 1,20m.

Os solos coluvionares existentes no perímetro de escavação da área 1M serão utilizados em sua recuperação.

|                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                              |                                                                                                          |
| <p><b>Foto 29 – Jazida 1J</b> – Vista da área a partir da estrada principal, observando-se arenitos arcoseanos laterizados expostos em superfície.<br/>Ponto 264: N: 8.969.370; E: 328.769</p> | <p><b>Foto 30 – Jazida 1K</b> – Leira de cascalhos lateríticos construída na borda do topo, impedindo que águas de chuva escorram pela encosta.<br/>Ponto 264: N: 8.969.370; E: 328.769</p> |
|                                                                                                             |                                                                                                         |
| <p><b>Foto 31 – Jazida 1L</b> – Superfície final de lavra, observando-se terrenos aplanados desenvolvidos sobre arenito arcoseano.<br/>Ponto 259: N: 8.969.403; E: 328.905</p>                 | <p><b>Foto 32 – Jazida 1M</b> – Topografia resultante da exploração da área, observando-se taludes em latossolos no perímetro da escavação.<br/>Ponto 260: N: 8.969.250; E: 328.823</p>     |



• **Jazidas 2A, 2B e 2C**

Estas jazidas, assim como as anteriores, têm em comum sua localização, situando-se no sopé da encosta, e a origem dos cascalhos explorados, de natureza coluvionar (Fotos 33 e 34). A jazida 2C está localizada em terrenos de topografia mais movimentada, de declividades da ordem de 13%, enquanto que os terrenos das jazidas 2A e 2B exibem declividades menores, de 5,0 e 6,6%, respectivamente.

A jazida 2C exhibe superfícies patamarizadas expostas, erodidas, resultantes da exposição de solos de alteração de arenitos arcoseanos laterizados, tendo sido investigada pela sondagem ST-04 até a profundidade de 1,10m (Fotos 35 e 36). A jazida 2B sofre ainda o efeito da erosão provocada por águas superficiais direcionadas e concentradas pela estrada de acesso à jazida 2C (Foto 35), provocando seu assoreamento.



**Foto 33 – Jazida 2A** – Perfil do terreno original exibindo solos coluviais argilosos com horizonte de cascalhos soltos de dimensão centimétrica a decimétrica.  
Ponto 254: N: 8.969.369; E: 329.043



**Foto 34 – Jazida 2B** – Perfil do terreno original exibindo solos coluviais argilosos (latossolos).  
Ponto 257: N: 8.969.281; E: 329.010



**Foto 35 – Jazida 2C** – Superfície final de lavra, observando-se terrenos patamarizados conformados sobre solo de alteração de arenito arcoseano. Ponto 253: N: 8.969.477; E: 329.026



**Foto 36 – Jazida 2C** – Amostra de solo de alteração de arenito arcoseano, obtida entre 0,20 e 0,60m de profundidade, em franco processo de laterização, denunciada por cores ocre a alaranjadas. Ponto 252: N: 8.969.413; E: 329.055

A jazida 2B foi investigada pelas sondagens a trado ST-05, impenetrável à profundidade de 0,30m, e ST-06 (profundidade de 1,15m), esta última tendo atravessado, em seus primeiros 0,85m, solos com textura de areia fina argilosa com pedregulhos finos a grossos laterizados.

• **Jazidas 2D, 2E e 2F**

Estas jazidas, assim como as anteriores, têm em comum sua localização, situando-se no sopé da encosta, e a origem dos cascalhos explorados, de natureza coluvionar (Foto 38).

A jazida 2D exhibe terrenos aplanados, com declividades de 6,8%, cobertos em sua maior parte por gramíneas mas tendo áreas expostas, estas decorrentes de assoreamento proveniente em parte da erosão de áreas expostas da jazida 2E (Foto 39) e em parte da erosão provocada por águas superficiais direcionadas e concentradas pela estrada principal, de acesso à jazida 2G. A área foi investigada pela sondagem ST-03 até a profundidade de 1,10m, que atravessou cascalho laterítico fino com matriz argilo-arenosa de cor variegada (amarelo e vermelho) entre as profundidades de 0,70 e 1,10m

A jazida 2E localiza-se em terrenos de topografia mais movimentada, de declividades da ordem de 10%, e apresenta solos lateritizados expostos em superfície, que persistem até a profundidade de 0,80m, conforme observado em talude de corte de escavação existente na área (Foto 39).

A jazida 2F (Foto 40) apresenta terrenos praticamente planos, com declividades de 4,5%, cobertos por cascalhos de conglomerado e gramíneas, não exibindo áreas expostas ou sinais de erosão.

|                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                          |                                                                                                                   |
| <p><b>Foto 37 – Jazida 2D</b> – Vista parcial da área explorada, em primeiro plano terrenos aplanados, assoreados e ao fundo, a jazida 2E.<br/>Ponto 244: N: 8.969.195; E: 329.188</p>                    | <p><b>Foto 38 – Jazida 2D</b> – Perfil do terreno original exibindo solos colúviais argilosos (latossolos).<br/>Ponto 243: N: 8.969.231; E: 329.214</p>                                             |
|                                                                                                                        |                                                                                                                 |
| <p><b>Foto 39 – Jazida 2E</b> – Terrenos expõem lateritas desenvolvidas em solo de alteração de arenito arcoseano. Ao fundo, talude de corte expõem laterita.<br/>Ponto 241: N: 8.969.355; E: 329.188</p> | <p><b>Foto 40 – Jazida 2F</b> – Vista parcial da área explorada, vendo-se terrenos aplanados vegetados e ao fundo relevo residual em arenito arcoseano.<br/>Ponto 246: N: 8.969.291; E: 329.326</p> |

#### • Jazidas 2G, 2H e 2I

A jazida 2G situa-se em terrenos de encosta de relevo residual, com declividade média de 27%, que se apresentam densamente cobertos por gramíneas. (Foto 41). Esta área já está em fase de recuperação.

A jazida 2H ocupa o topo do relevo residual existente na porção extremo ocidental da cascalheira, exibindo topografia final suavemente ondulada recoberta, em sua maior parte por grama. Em superfície ocorrem solos

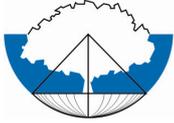


cascalhentos duros e arenitos arcoseanos alterados, porém resistentes à escavação. A área foi investigada pelas sondagens a trado ST-01 e ST-02, que atingiram o impenetrável à profundidade de 0,45m e 0,10m, respectivamente, e atravessaram areia fina argilosa de cor cinza com cascalhos arredondados de dimensão centimétrica (2 a 7cm).



A jazida 2I, contígua à jazida 2H, apresenta as mesmas características desta, quais sejam: terrenos suavemente ondulados recobertos por gramíneas, contendo áreas de arenitos arcoseanos alterados expostos e horizontes de conglomerado duros em superfície.





## **5 DESCRIÇÃO E MÉTODOS CONSTRUTIVOS DE REABILITAÇÃO AMBIENTAL**

### **5.1 ASPECTOS GERAIS**

O diagnóstico de meio físico do sítio das cascalheiras objeto do presente PRAD aponta para os seguintes aspectos degradacionais decorrentes de sua exploração que requerem devida atenção no que se refere à sua efetiva recuperação:

- interferências com pequenas drenagens nos trechos de terrenos baixos e, ainda, com trechos de terreno em encosta quando da abertura de acessos às jazidas em terrenos declivosos, como entre as jazidas 1M e 1L;
- presença de focos de erosão/assoreamento em praticamente todas as jazidas, decorrentes da exposição de arenitos arcoseanos, da presença de areias soltas em superfície, resultantes do movimento de terra executado, bem como de sedimentos provenientes das estradas de acesso de entorno, além de pequenas rupturas de taludes e obstrução de drenagens em jazidas de encosta (1B e 1C);
- rebaixamento/exposição do lençol freático pela remoção da camada de cascalho sobrejacente ao topo rochoso, seja o mesmo arenítico ou conglomerático;
- aumento do escoamento superficial das águas superficiais em decorrência da exposição de terrenos pouco permeáveis, com incremento de seu potencial erosivo;
- presença de terrenos remanescentes muito duros em algumas jazidas, como 1I, 1H, 2I e 2H, dificultando o desenvolvimento de vegetação arbustiva/arbórea e requerendo a recomposição do terreno para sua revegetação efetiva;



## 5.2 SEQÜÊNCIA EXECUTIVA DAS TÉCNICAS DE RECUPERAÇÃO A SEREM UTILIZADAS

Os processos de recuperação ambiental de áreas mineradas podem incluir diversas atividades associadas e complementares, em função da situação em que se encontra determinada área após o processo de exploração mineral.

No caso específico deste PRAD as áreas de exploração de cascalho encontram-se em diferentes situações de degradação/recuperação de modo que para cada uma delas deve se trabalhar com um conjunto distinto de técnicas de recuperação.

Na tabela 5.2/01 são apresentadas as diferentes ações de recuperação ambiental que devem ser executadas nas áreas das cascalheiras, indicando para que áreas tais técnicas devam ser implantadas. Nos itens seguintes deste PRAD cada uma destas atividades de recuperação são detalhadas para permitir sua implementação.

**Tabela 5.2/01- Atividades a serem desenvolvidas para cada jazida**

| Jazida | Área (ha) | Intervenções                                                                                                                                                                                                                                | Quantidade de mudas para plantios |
|--------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| 1A     | 7,50      | Retaludamento dos taludes remanescentes da exploração com “lançamento” de solo nas áreas com afloramento de cascalho;<br>Execução de pequenas valetas para direcionamento das águas acumuladas<br>Plantios de gramíneas/leguminosas e mudas | 3802                              |
| 1B     | 1,06      | Retaludamento do maciço e a construção de um cordão de enrocamento junto à base do talude inferior.<br>Execução de valetas de drenagem.<br>Plantio de gramíneas/leguminosas e mudas nas áreas planas                                        | 537                               |
| 1C     | 2,84      | Corrigir drenagem das bermas prejudicadas por obstruções.<br>Replantio de mudas (correção e complementação de plantios anteriores)                                                                                                          | 1439                              |
| 1D     | 3,82      | Replantios de mudas para correção de plantios anteriores, com adubação em covas..                                                                                                                                                           | 1936                              |
| 1E     | 3,32      | Replantios de mudas para correção de plantios anteriores, com adubação em covas                                                                                                                                                             | 1683                              |
| 1F     | 0,77      | Execução de Dreno-cego e espinha de peixe e/ou Trincheira Drenante.<br>Patamarização / Retaludamento.<br>Cobertura com solo argiloso e plantio de gramíneas/leguminosas e mudas.                                                            | 390                               |
| 1G     | 0,22      | Execução de Dreno-cego e espinha de peixe.<br>Cobertura com solo argiloso e plantio gramíneas/leguminosas e mudas.                                                                                                                          | 111                               |



| Jazida                           | Área (ha) | Intervenções                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Quantidade de mudas para plantios |
|----------------------------------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| 1H                               | 0,69      | Acerto geral do terreno;<br>Cobertura com solo do canteiro e plantio de gramíneas/leguminosas e mudas.                                                                                                                                                                                                                                               | 349                               |
| 1 I                              | 3,29      | Lançamento de solo argiloso e plantio de gramíneas/leguminosas e mudas.                                                                                                                                                                                                                                                                              | 1668                              |
| 1 J                              | 0,18      | Plantio de mudas com adubação nas covas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 91                                |
| 1K                               | 0,08      | Plantio de mudas com adubação nas covas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 40                                |
| 1 L                              | 0,72      | Alteamento da estrada e instalação de bueiro para drenagem natural existente.<br>Plantio de mudas com adubação nas covas                                                                                                                                                                                                                             | 365                               |
| 1 M                              | 1,84      | Reconfiguração topográfica com reafeiçoamento do terreno, utilizando solo do perímetro da área explorada.<br>Plantio de gramíneas/leguminosas e posteriormente mudas com adubação nas covas                                                                                                                                                          | 932                               |
| 2 A                              | 0,34      | Alteamento da estrada e instalação de bueiro para drenagem natural.<br>Plantio de mudas com adubação nas covas.                                                                                                                                                                                                                                      | 172                               |
| 2 B                              | 0,89      | Alteamento da estrada e instalação de bueiro para drenagem natural<br>Plantio de mudas com adubação nas covas.                                                                                                                                                                                                                                       | 451                               |
| 2 C                              | 0,25      | Lançamento de solo e patamarização do terreno.<br>Plantio de gramíneas/leguminosas e posteriormente mudas com adubação nas covas                                                                                                                                                                                                                     | 126                               |
| 2 D                              | 2,10      | Alteamento da estrada e instalação de bueiro para drenagem.<br>Reconfiguração topográfica com reafeiçoamento do terreno, utilizando solo das partes mais altas da área explorada<br>Plantio com adubação nas covas.                                                                                                                                  | 1064                              |
| 2 E                              | 0,39      | Alteamento da estrada e instalação de bueiro<br>Patamarização da área                                                                                                                                                                                                                                                                                | 197                               |
|                                  |           | Plantio de gramíneas/leguminosas e posteriormente mudas com adubação nas covas                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                   |
| 2 F                              | 0,80      | Plantio com adubação nas covas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 405                               |
| 2G                               | 0,97      | Verificar e drenar surgência de água próxima a estrada.<br>Refazer coroamento de mudas já plantadas                                                                                                                                                                                                                                                  | -                                 |
| 2H e 2I<br>(tratamento conjunto) | 5,29      | Redirecionamento da drenagem da área com pequenas valetas<br>Lançamento de solo argiloso e reafeiçoamento do terreno em áreas com cascalho aparente.<br>Revisão da limpeza e coroamento de mudas já plantadas<br>Plantio de gramíneas/leguminosas e posteriormente mudas com adubação nas covas em áreas que sofrerão intervenções de reafeiçoamento | 1870                              |



## **6 PLANO DE DRENAGEM**

Conforme exposto no diagnóstico, a exploração interferiu com águas superficiais e subterrâneas, além de ter gerado terrenos menos permeáveis, aumentando assim o escoamento superficial e o potencial erosivo, requerendo, portanto, intervenções de engenharia para sua recuperação.

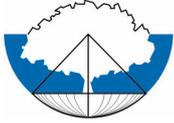
As intervenções propostas são simples e de fácil execução, possuindo ainda como característica a não necessidade de sua manutenção, como, por exemplo, canaletas escavadas nos terrenos duros remanescentes ou simplesmente escavação com ligeiro caimento das bermas no sentido longitudinal, proporcionando drenagem natural, como já ocorre com a área explorada da jazida 1C.

### **6.1 DRENAGEM DE SUPERFÍCIE**

No que se refere à macrodrenagem superficial do sítio, destacam-se as estradas de acesso às jazidas como condutoras preferenciais das águas superficiais. De forma a conter a velocidade das águas que vêm ter à estrada principal e que têm causado erosão/assoreamento em áreas exploradas situadas a jusante, como 1M, 2B e 2D, é proposto o alteamento da estrada neste trecho, como assinalado na planta de intervenções, e a escavação de uma canaleta a montante, de forma a conduzir estas águas até o curso d'água existente. Nos locais em que a estrada intercepta drenagens, foram projetados bueiros sob os aterros.

Quanto ao escoamento das águas superficiais, em trechos de estrada ou de jazidas cujos terrenos apresentem maior declividade (8 a 13%) recomenda-se a construção de diques de solo e grama espaçados ao longo das curvas de nível, de forma a conter a velocidade do escoamento e lançar lateralmente as águas desviadas.

As áreas exploradas que possuem declividades entre 5 e 8% e que necessitem do aporte de solos do canteiro de obras do AHE Jirau, face à dureza dos terrenos remanescentes, como as jazidas 1I, 1H, 2I e 2H, ou as que serão reafeiçoadas utilizando-se solos existentes em seu perímetro, como a



jazida 1M, deverão ter suas superfícies conformadas em patamares ou terraços, com inclinação mínima (1 a 2%) para montante, em direção ao pé do talude superior.

Face aos intensos processos de erosão e assoreamento presentes na jazida de encosta 1B, após a conclusão dos trabalhos de retaludamento e de consolidação geotécnica, deverá ser implantado sistema de drenagem superficial constituído por escada hidráulica escavada nos terrenos conglomeráticos, duros, seguida por bacia de decantação conformada por diques de solo com grama.

As áreas exploradas em topos de morro, como as jazidas 1H e 1I, devem ser aplanadas quando do preparo dos terrenos à revegetação e em seus perímetros mantidos/construídos leiras ou diques de laterita, de forma a evitar que as águas de chuva escorram encosta abaixo.

Particularmente à jazida de encosta 1C, conforme observado há necessidade de manutenção mínima dos taludes, bermas e sistemas de drenagem naturais implantados, de forma a prevenir/corrigir pequenas rupturas de talude em cascalho solto.

## **6.2 DRENAGEM SUBTERRÂNEA**

De forma a recompor a área degradada pela exploração da jazida 1F, que expôs o lençol freático sobre substrato rochoso, há necessidade de implantação de um dreno cego ou trincheira drenante ao longo do talvegue existente, antes do aterramento da área com solos argilosos, visando recuperá-la para revegetação.

Outras surgências observadas em cortes da estrada de acesso, como na área 2G, são de pequena vazão, não demandando intervenções.



## **7 PLANO DE ESTABILIZAÇÃO GEOTÉCNICA DE TALUDES**

A estabilização geotécnica de taludes possui pouca importância no presente PRAD, restringindo-se, conforme exposto no diagnóstico, a taludes remanescentes de pequena altura existentes na área explorada da jazida 1M e na porção sul da jazida 1A, além, obviamente, das jazidas 1B e 1C, as de fato relevantes quanto a este aspecto.

A área explorada da jazida 1M possui taludes de corte de pequena altura em seu perímetro que serão retaludados quando da utilização destes solos para o aterramento e reafeiçoamento dos terrenos desta área, tornando-se praticamente inexistentes.

Os taludes de corte verticais em cascalhos, da ordem de 2,0m de altura, que ocorrem na porção sul da área 1A, devem ser retaludados do topo para a base, conformando taludes 1H:1V.

Entretanto, as áreas exploradas que envolvem taludes de maior altura são as de jazidas em encosta, no caso, as áreas 1B e 1C. A área 1C foi detalhadamente examinada em campo, permitindo concluir que a mesma não demanda intervenções, exceto pequena manutenção, como exposto ao longo deste Projeto.

Para a consolidação geotécnica da área 1B, visando sua recuperação, é proposto o retaludamento do maciço e a construção de um cordão de enrocamento junto à base do talude inferior, conformando um anteparo para a contenção de areias e cascalhos soltos que possam ser mobilizados por gravidade ou por efeito de chuvas intensas, impedindo o assoreamento de áreas a jusante, como atualmente ocorre. Dada sua forma construtiva, concebida como uma sequência de faixas compostas por materiais pétreos de granulometria crescente, de montante para jusante, o cordão de enrocamento desempenha função de um filtro, impedindo o carreamento de sedimentos finos por águas superficiais infiltradas no maciço, bem como a de uma estrutura de contenção dos cascalhos soltos.



Os materiais pétreos para a construção do cordão de enrocamento, tais como pedra-de-mão e blocos/matacões de rocha, são francamente disponíveis no canteiro de obras da AHE Jirau, onde abundam blocos rochosos de granito alcalino e onde há uma central de britagem para conformá-los em diversas granulometrias.

Em anexo é apresentada uma seção típica esquemática de um cordão de enrocamento.



## 8 PLANO DE PREPARO DO SOLO E DA REVEGETAÇÃO

Antes de se iniciar os planos de preparo do solo e da revegetação devemos primeiramente entender os conceitos que definem o solo, para tal será realizada uma pequena revisão bibliográfica com o intuito de fornecer subsídios para o perfeito entendimento no que diz respeito ao solo.

Segundo o Soil taxonomy (1975) e o Soil survey manual (1984) citados por IBGE (2007) o solo pode ser conceituado como sendo:

*“Solo é a coletividade de indivíduos naturais, na superfície da terra, eventualmente modificado ou mesmo construído pelo homem, contendo matéria orgânica viva e servindo ou sendo capaz de servir à sustentação de plantas ao ar livre. Em sua parte superior, limita-se com o ar atmosférico ou águas rasas. Lateralmente, limita-se gradualmente com rocha consolidada ou parcialmente desintegrada, água profunda ou gelo. O limite inferior é talvez o mais difícil de definir. Mas, o que é reconhecido como solo deve excluir o material que mostre pouco efeito das interações de clima, organismos, material originário e relevo, através do tempo.”*

Já o próprio IBGE (2007) apresenta uma conceituação mais simples de solo, com sendo formado por material mineral e/ou orgânico inconsolidado na superfície da terra que serve como meio natural para o crescimento e desenvolvimento de plantas terrestres.

O conceito dado tanto pelo IBGE como pelo “Soil taxonomy” e ‘Soil survey manual”, apresenta o solo com uma composição de materiais minerais e orgânicos que possibilitam o desenvolvimento natural das plantas. Partindo deste princípio o preparo do solo nas áreas a serem recuperadas devem proporcionar tal situação, fornecendo condições adequadas de suporte e nutrientes as plantas a longo prazo. Posteriormente a recomposição do solo serão introduzidas espécies arbóreas pelo meio da revegetação.

### 8.1 PREPARO DO SOLO

O preparo do solo deve objetivar o máximo possível oferecer as condições necessárias para o pleno desenvolvimento da vegetação.



Para que este objetivo seja alcançado em muitas áreas há a necessidade da recomposição da camada orgânica que foi perdida em função da exploração do cascalho, procedendo a recolocação desta camada na maior área possível, para que as espécies que serão introduzidas encontrem condições adequadas ao seu desenvolvimento, no que diz respeito a presença de nutrientes, suporte e umidade.

A camada superficial do solo a ser depositada sobre o cascalho deve conter no mínimo 30 cm de espessura e possuir matéria orgânica e mineral satisfatória para o fornecimento de nutrientes a longo prazo.

A análise dos teores de macro e micro-nutrientes pode ser realizada afim de se obter a real situação da camada de solo recém depositada para que se possa realizar inferências sobre a necessidade ou não de fornecimento adicional de nutrientes e também da necessidade de correção de “Ph” com a utilização de calcário.

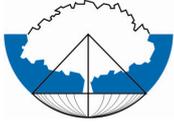
Após estes procedimentos poderá ser realizado a semeadura de gramíneas e leguminosas e posterior cobertura do solo com uma camada de palha proveniente da roçada da “brachiária” das áreas adjacentes com a finalidade de manter a umidade no solo por um período mais prolongado.

Deve ser lembrado que durante o preparo do solo deverá ser minimizada a movimentação de equipamentos sobre as áreas que estejam sendo reabilitadas, evitando-se a compactação na nova camada de solo.

## **8.2 REVEGETAÇÃO**

Após a realização do preparo do solo pode-se proceder a semeadura de espécies de rápido crescimento como gramíneas e leguminosas, objetivando o recobrimento efetivo da superfície do solo em um curto espaço de tempo, principalmente nas áreas com uma maior declividade (taludes) procedendo a cobertura do solo com material vegetal (palhada de brachiária sob folhas de babaçu) devidamente presas por estacas de madeira para se evitar o carreamento tanto do solo quanto das sementes recém lançadas nos taludes.

Em áreas mais planas somente o lançamento da “palhada” sobre o solo se faz suficiente, já que para estas áreas o carreamento de solo e sementes ocorre com uma menor intensidade não ocorrendo perdas significativas,



fazendo com que a “palhada” contribua para uma melhor manutenção da umidade do solo além de diminuir o efeito “splash” causado pelas gotas da chuva.

### **8.3 SELEÇÃO DE ESPÉCIES A SEREM UTILIZADAS**

Para que o haja sucesso na revegetação de áreas mais íngremes como taludes a seleção de espécies deve levar em consideração a presença de um sistema radicular profundo e desenvolvido, para maximizar o volume de solo estabilizado pelas raízes das plantas. Para que tal efeito seja alcançado normalmente é utilizado o consórcio de gramíneas e leguminosas, devido à rapidez de crescimento e recobrimento dessas espécies. Com uma composição heterogênea de espécies, a ciclagem de nutrientes é mais intensa, a ocorrência de pragas é menor e a porcentagem de recobrimento do solo é maior. Além disso, a estabilização laminar proporcionada pelo sistema radicular de plantas variadas é mais eficiente, já que cada espécie explorará uma profundidade de solo diferente, ao contrário de um sistema em que é utilizada apenas uma espécie.

As leguminosas são conhecidas como eficientes restauradoras da fertilidade do solo, promovendo uma grande produção de massa verde e grande exploração do solo pelo sistema radicular. Uma das características que mais chama a atenção nas leguminosas é a capacidade de uma boa parte das espécies formar simbiose com determinados gêneros de bactérias, comumente chamadas de rizóbio.

As gramíneas possuem sistema radicular fasciculado, ou seja, com a raiz primária não desenvolvida, enquanto as raízes secundárias são ramificadas e numerosas, geralmente ocorrendo a menos de 1 m de profundidade. Algumas espécies, como o milho, possuem também raízes adventícias, cuja principal função é a sustentação da planta.

Algumas gramíneas possuem rizomas e, ou, estolões, também chamados estolhos, que constituem tipos de caule especiais. Os rizomas ocorrem abaixo da superfície do solo e são diferentes das raízes por possuírem nós e folhas não desenvolvidas, que se apresentam como pequenas escamas. Os estolões são semelhantes aos rizomas, porém crescem na superfície do solo.



A seleção das espécies vegetais deverão ser considerados os objetivos de uso futuro da área (pastagens com enriquecimento florestal). Para que este objetivo seja atendido as espécies a serem selecionadas para a revegetação devem possuir características de fácil adaptabilidade as novas condições existentes como:

- Agressividade;
- Rusticidade;
- Rápido desenvolvimento;
- Fácil propagação;
- Pouca exigência as condições do solo;
- Integração natural na paisagem.

Para que o pleno sucesso na introdução de espécies seja atingido, deve-se priorizar espécies orientadas à auto-sustentação, com características fisiologias adaptadas a condição local, capacidade de suporte físico e químico, a realização de consórcio entre herbáceas e arbustivas (gramíneas e leguminosas) que possuem rápido crescimento, proporcionando uma perfeita cobertura de solo em curto espaço de tempo.

Dentre as gramíneas que possuem as características acima citadas, podem ser priorizadas as espécies pré- selecionadas, mostradas através dos quadros 8.3/01 e 8.3/02.

**Quadro 8.3/01 – Gramíneas pré-selecionadas para a recuperação**

| Gramíneas                     |                |             |                   |                    |          |                 |
|-------------------------------|----------------|-------------|-------------------|--------------------|----------|-----------------|
| Espécie                       | Nome vulgar    | Fertilidade | Semeadura         | Tolerância         | Porte    | Formação (dias) |
| <i>Andropogon gayanus</i>     | Andropogon     | baixa       | lanço/covas/linha | seca               | baixo    | 90 a 120        |
| <i>Brachiaria plantaginea</i> | Brachiaria     | baixa       | lanço/covas/linha | seca               | baixo    | 60 a 90         |
| <i>Melinis rupens</i>         | Capim favorito | baixa       | lanço/covas/linha | seca               | baixo    | 90 a 120        |
| <i>Melinis multiflora</i>     | Capim gordura  | baixa       | lanço/covas/linha | solos cascalhentos | baixo    | 90 a 120        |
| <i>Paspalum dilatatum</i>     | Grama comprida | baixa       | lanço             | seca               | Rasteiro | 90 a 120        |



Quadro 8.3/02 – Leguminosas pré-selecionadas para a recuperação

| Leguminosas                    |                 |             |                   |            |           |                 |
|--------------------------------|-----------------|-------------|-------------------|------------|-----------|-----------------|
| Espécie                        | Nome Vulgar     | Fertilidade | Semeadura         | Tolerância | Porte     | Formação (dias) |
| <i>Crotalaria juncea</i>       | Crotalária      | média       | lanço/covas/linha | seca       | arbustivo | 60 a 90         |
| <i>Stylosanthes guianensis</i> | Estilosantes    | baixa       | lanço/covas/linha | seca       | arbustivo | 90 a 120        |
| <i>Canavalia onciformis</i>    | Feijão de porco | baixa       | lanço/covas/linha | seca       | herbáceo  | 120 a 150       |
| <i>Cajanus cajan</i>           | Feijão guandu   | baixa       | lanço/covas/linha | seca       | arbustivo | 120             |
| <i>Sesbania virgata</i>        | Sesbânia        | baixa       | lanço/covas/linha | seca       | arbustivo | 120 a 150       |

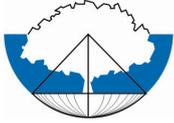
## 8.4 ENRIQUECIMENTO FLORESTAL

Neste PRAD o enriquecimento florestal nas áreas de cascalheira que apresentem relevo plano a suave ondulado será realizado com o plantio de mudas em ilhas de diversidade, sendo a técnica que mais se aproxima das técnicas “tradicionais” ou “padronizadas” de recuperação de áreas degradadas. Consiste no plantio agrupado de mudas de espécies nativas, como uma maneira de gerar núcleos mais densos, ao contrário do plantio em linha tradicional.

Na forma tradicional de plantio de mudas para a recuperação de áreas degradadas, além de onerar os custos de implantação, também ocorre normalmente o desenvolvimento favorável somente das espécies plantadas, não auxiliando o recrutamento de novas espécies. O plantio de mudas em ilhas proporciona locais com um microclima mais favorável ao estabelecimento de outras formas de vida menos tolerantes às condições da área degradada, resultando no aumento da biodiversidade local.

Enquanto o plantio tradicional de toda uma área degradada geralmente é caro e tende a fixar a composição no processo sucessional por um longo período, promovendo apenas o crescimento dos indivíduos das espécies plantadas, o plantio de mudas em ilhas proporciona locais com um microclima mais favorável ao estabelecimento de outras formas de vida menos tolerantes às condições da área degradada, resultando no aumento da biodiversidade local.

Reis *et al.* (1999) e Kageyama e Gandara (2000) incentivam a formação de núcleos formados por formas de vida diferentes, entre ervas, arbustos, lianas e



árvores, como forma de acelerar e diversificar fontes de alimento, abrigo e períodos diferentes de disponibilidade de recursos à fauna nativa.

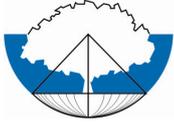
Como o objetivo deste projeto será a recuperação de áreas utilizadas para a retirada de cascalho, tecnicamente denominadas de cascalheiras, os procedimentos para a devida recuperação destes ambientes seguem diretrizes diferenciadas, onde ocorreu a remoção da camada de solo original para extração mineral.

Pinheiro (2008) salienta que a atividade da mineração a céu aberto é uma das formas mais graves de degradação a um ambiente, pois a atividade necessita da supressão da vegetação e da retirada da camada superficial do solo para que se possa fazer a extração da lavra, deixando frequentemente, a .rocha-mãe ou o saprólito expostos ao término da exploração.

O termo saprólito utilizado por Pinheiro (2008) em áreas de cascalheira representa o material alvo da lavra. Este termo refere-se ao material resultante do intemperismo, mais ou menos intenso da rocha e que ainda mantém a estratificação original da mesma e pode apresentar qualquer dureza compatível com esta condição de rocha semi-alterada e conseqüentemente variados graus de limitações ao livre desenvolvimento do sistema radicular (EMBRAPA, 1999).

As atividades de mineração retiram nutrientes que são essenciais para o equilíbrio ecológico do ecossistema (Corrêa, 2006). O maior estoque de nutrientes disponíveis encontra-se na biomassa aérea e subterrânea (Haridasan, 1992).

Dessa forma a retirada da vegetação existente, não importando o seu porte seja ele herbáceo, arbustivo ou arbóreo para as atividades de mineração acabam que muitas vezes dificultando e/ou impedindo o restabelecimento e o desenvolvimento de espécies vegetais nessas áreas. Entre elas, destacam-se as mudanças na topografia, que favorecem as enxurradas; a compactação da superfície exposta; a baixa capacidade de retenção de água e a baixa concentração de nutrientes (Corrêa, 2006). A recuperação destas áreas complica-se na medida em que aumenta a quantidade de solo retirada da lavra (Ribeiro & Schiavini, 1998).



Os principais fatores limitantes ao estabelecimento das espécies vegetais em jazidas mineradas devem-se à compactação, a escassez de nutrientes e de matéria orgânica do substrato remanescente (que muitas vezes é nula) após a lavra (Corrêa & Leite, 1998).

Segundo Faria & Chada, (2003) o substrato é tido como o fator limitante de maior grandeza em processos de reabilitação de áreas mineradas, principalmente aqueles em que a camada de matéria orgânica está ausente.

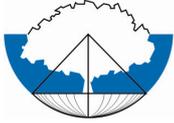
Os efeitos sobre a vegetação também podem ser explicados pela redução de água disponível, à deficiência de oxigênio no solo (Primavesi, 1981) e a compactação do solo, que provoca resistência à penetração das raízes (Mendes 1989). A condição árida e inapropriada à vida nas áreas mineradas é resultado da perda da estrutura física, química e biológica que existem em solos não degradados (Corrêa, 2006). Há ainda a questão da eliminação do banco de sementes, propágulos vegetativos e da fauna, que impulsionariam a sucessão se estivessem presentes nos locais minerados (Kageyama & Gandara, 2004).

Através da revisão de literatura é possível se determinar a maior dificuldade na recuperação de cascalheiras, principalmente devido a perda de solo e de nutrientes disponíveis ao estabelecimento de espécies vegetais. Portanto o simples plantio de mudas de espécies arbóreas ou a semeadura de espécies rasteiras (gramíneas) ou pequenos arbustos acabam por ser ineficientes, necessitando para o perfeito sucesso no estabelecimento de organismos vegetais o novo recobrimento da superfície afetada com uma camada de solo.

### **8.4.1 Preparo do terreno**

Com o intuito de fornecer as condições necessárias para o pleno estabelecimento das mudas a serem plantadas nas áreas de recuperação, existe a necessidade da reposição da camada de solo que foi retirada para que as áreas de cascalheiras fossem exploradas.

A recolocação da camada de solo se faz necessária para que o fornecimento de nutrientes e a manutenção da umidade necessária ao pleno desenvolvimento das mudas seja satisfatório, já que as áreas estão desprovidas de solo, apresentando somente cascalho e seixos não fornecendo



assim as condições mínimas para o desenvolvimento das mudas como o fornecimento de nutrientes ao longo do ciclo de vida das plantas.

Para que a nova camada de solo não seja lixiviada pela ação da chuva, existe a necessidade de se proceder com a devida proteção deste solo com a utilização de “palhada”, que pode ser proveniente de áreas adjacentes às áreas de recuperação que são providas de cobertura vegetal formada por capim brachiaria, em que o mesmo pode ser roçado e o resíduo vegetal depositado sobre o solo recomposto. Além da palhada de brachiaria também podem ser utilizadas as folhas do babaçu nesta proteção.

A cobertura do solo com a palhada ou folhas de babaçu proporcionam não somente a proteção contra a lixiviação, mas também a manutenção da umidade e futura incorporação de matéria orgânica no solo.

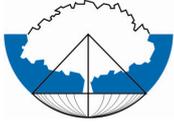
Além da recolocação da camada de solo perdida também pode haver a necessidade de descompactação e escarificação em áreas que apresentam camada superficial concrecionada, impedindo a penetração de raízes e o futuro suporte para as árvores. Este procedimento de escarificação evita futuras perdas de vegetação após o seu estabelecimento e amadurecimento com a ocorrência de ventos fortes, que podem vir a dizimar parte da vegetação em épocas futuras, além da maior retenção da água das chuvas.

O procedimento de escarificação do solo poderá ser realizado com a utilização de escarificador manual durante o preparo das covas para o plantio, perfazendo o rompimento da camada concrecionada, promovendo o seu fendilhamento e proporcionando áreas de penetração do sistema radicular perpendicularmente ao nível do terreno e não somente na horizontal, permitindo melhores condições de suporte as futuras árvores.

#### **8.4.2 Espaçamento e Densidade de Mudas para Plantio**

O modelo de distribuição e as densidades de mudas em campo da área a recuperar deverão obedecer ao formato de anéis hexagonais com disposição de espécies dos grupos das pioneiras e não pioneiras em linhas alternadas.

Para o referido plano de recuperação indicou-se para as áreas que possuem relevo plano a suave ondulado a implantação de 507 mudas/ha, correspondendo a 39 grupos de Andersen/ha de 13 mudas cada um, sendo as



mudas espaçadas 1,0 m entre si e o espaçamento entre grupos de 16 m, conforme pode ser verificado na Figura 8.4/01. Este método prevê um número de mudas suficientes a plena recuperação da área pelo adensamento de cobertura do solo.

A muda central será do grupo das climácicas, denominadas Grupo 3 neste trabalho, cercada por quatro mudas do grupo das secundárias, denominadas Grupo 2, e estas por oito mudas do grupo das pioneiras, denominadas Grupo 1. Serão aceitas somente duas mudas da mesma espécie do Grupo 1 em cada grupo de Andersen. As quatro mudas do Grupo 2 deverão ser, necessariamente, de espécies diferentes entre si.

Esta técnica deverá ser repetida até suprir a cobertura total da área a ser recuperada, preferencialmente alternando as espécies entre grupos. As mudas serão provenientes do viveiro florestal da Energia Sustentável do Brasil de Nova Mutum Paraná. O total da área de cascalheira a ser recuperada é de 34,79 ha sendo necessárias um total de 17.638 mudas, porem as áreas que receberão os grupos de andersen serão somente as áreas que possuem relevo plano a suave ondulado como ilustrado através da figura 9.3/02. Tendo as áreas com relevo mais acentuado a necessidade de reconformação e estabilização do relevo com taludes e redes de drenagem para o posterior plantio de gramíneas e leguminosas para a perfeita estabilização e recuperação dos mesmos.

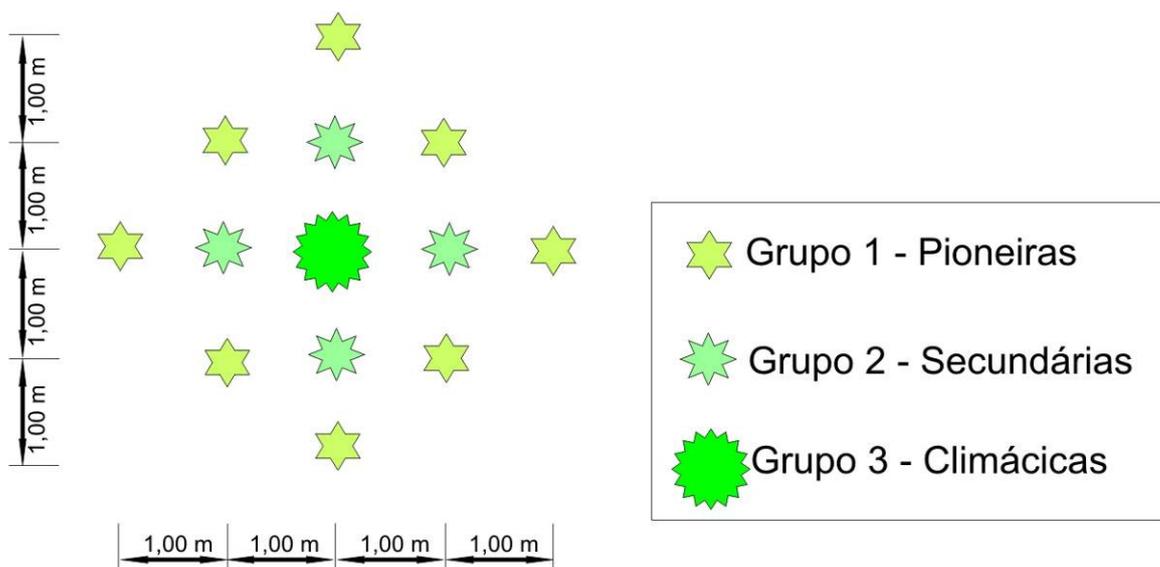


Figura 8.4/01 - Esquema de distribuição de mudas em um grupo de Andersen

### 8.4.3 Fornecimento de Mudas

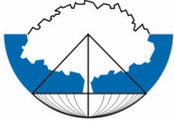
Para o estabelecimento dos grupos foi considerada a utilização de mudas que estão sendo produzidas pelo viveiro do AHE Jirau. Atualmente este viveiro está produzindo mudas de 52 espécies arbóreas, porém com a participação de grupos de moradores locais que vem coletando sementes na região, juntamente com EMBRAPA-CENARGEN responsável pelo Subprograma de Resgate do Germoplasma, este número tende a se ampliar.

A relação de mudas produzidas pelo viveiro é apresentada em anexo a deste relatório, onde as mesmas estão identificadas pelo nome vulgar e científico, grupo ecológico a que pertencem, se a mesma foi ou não encontrada no inventário do reservatório, bem como quais gêneros similares foram observados neste inventário.

As imagens a seguir, ilustram as características do viveiro de mudas, implantado na vila de Nova Mutum-Paraná.



Figura 8.4/02 – Detalhes do viveiro do Pólo de Desenvolvimento do AHE Jirau



#### 8.4.4 Demarcação dos grupos de Andersen

Para o estabelecimento das mudas em ilhas de diversidade pelo método de grupos de Andersen, se faz necessário a demarcação em campo dos referidos grupos após o preparo do terreno descrito em item anterior.

A demarcação dos grupos poderá ser realizada com o auxílio de uma corda com comprimento de 50 metros em que a mesma receberá uma marca a cada 12,5m, que se refere ao espaçamento entre os grupos.

A marcação dos grupos em campo será realizada tantas vezes quantas forem necessárias até que toda a área esteja preenchida com os referidos grupos.

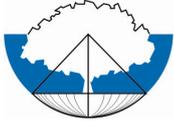
#### 8.4.5 Coveamento, Adubação e Época de Plantio

a)Coveamento: A cova é o local de suporte físico de árvores e arbustos. De seu substrato a raiz irá explorar água, ar e nutrientes. A forma e o desenvolvimento da raiz de uma planta são fortemente controlados pela genética, apesar de as condições edáficas, principalmente a compactação, influenciarem essas características (GONÇALVES & MELLO, 2004). As raízes exploram volume de substrato e concentração de nutrientes, portanto covas com maior volume tendem a proporcionar um ambiente edáfico mais apropriado para o desenvolvimento de espécies perenes, justificando o maior investimento inicial para a abertura de covas mais largas e principalmente com maior profundidade.

Sendo assim, covas serão abertas com uso de ferramentas manuais (enxada, cavadeira, alavanca e pá), ou com uso de equipamento (pequena retro-escavadeira), com dimensões de 20 x 20 x 30 cm.

b)Adubação: As informações disponíveis sobre a nutrição de espécies nativas são escassas com experimentos limitados a algumas espécies.

Vários autores têm indicado recomendações gerais para correção da fertilidade em plantios mistos com espécies nativas, obtendo resultados satisfatórios através do uso de NPK na dosagem de 30kg de N, 80kg de P e 30kg de K por hectare, correspondendo a cerca de 5 gramas de adubo



por cova. Com base nessas recomendações, será adotada a mesma prática para uso de corretivos e fertilizantes no solo durante a revegetação das áreas propostas.

Os nutrientes, conforme recomendação acima, serão ministrados ao solo proveniente da abertura das covas.

Esta operação deverá ser realizada preferencialmente 30 dias antes do plantio das mudas.

- c) Época de plantio: O plantio será iniciado depois de cumpridas todas as etapas de preparo do terreno, abertura e preparação de covas, sendo limitado ao período compreendido entre outubro e fevereiro. Esse é o período da distribuição das chuvas ao longo do ano na região.

#### 8.4.6 Tratamentos Silviculturais

São medidas adotadas posterior ao plantio das mudas para a manutenção das áreas revegetadas, necessárias para o desenvolvimento dos indivíduos introduzidos até seu estabelecimento. Os tratos culturais são divididos em:

- **Adubação de cobertura**

A adubação de cobertura visa suprir eventuais deficiências nutricionais e acelerar o desenvolvimento das mudas no campo favorecendo o seu estabelecimento.

Esta adubação será realizada em 30 a 45 dias após o plantio das mudas e no ano seguinte, no início do período chuvoso.

O adubo deverá ser colocado no solo escarificado, de forma circular, sob a projeção da copa das plantas.

Somente se procederá a prática da adubação de cobertura se o plantio for efetuado durante o período chuvoso.

- **Controle de insetos e pragas**

Será realizado o monitoramento nas áreas, identificando os insetos e pragas que possam prejudicar, de forma significativa, o estabelecimento das espécies arbóreas e arbustivas. O combate será

feito através de defensivos agrícolas recomendados.

- **Limpeza**

Esta prática tem por finalidade reduzir a competição de ervas daninhas invasoras prejudiciais ao desenvolvimento das mudas recentemente plantadas.

O controle de ervas daninhas será efetuado com uma capina de coroamento das plantas e uma roçada manual nas áreas que apresentarem o problema. Este procedimento poderá ser realizado a cada 2 meses a fim de se evitar ao máximo a competição e se obter maior sucesso no estabelecimento e desenvolvimento das mudas plantadas.

- **Aceiramento**

Nas áreas que apresentarem riscos de queimadas, como é o caso da região em pauta, será realizada a manutenção de aceiros nos perímetros das áreas revegetadas ao final das chuvas.

- **Replântio**

Na avaliação do stand no campo, havendo mortalidade, será realizado o replântio seguindo as recomendações iniciais de adubação, mantendo-se o grupo ecológico a qual a muda substituída pertencia.

Esta operação deverá ser realizada no ano agrícola seguinte ao plantio.

### **8.4.7 Avaliação e monitoramento pós plantio**

A avaliação e o monitoramento das áreas a serem recuperadas deverá ser realizada anualmente percorrendo os grupos de Andersen e avaliando-se o índice de pega das mudas, desenvolvimento das mesmas e o incremento de novas espécies através da regeneração natural.

Esta avaliação poderá ser realizada por amostragem tanto nos grupos quanto entre os grupos para que se possa avaliar a existência de regeneração natural e em qual grau ela se encontra.

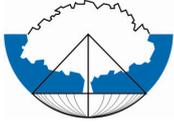


A avaliação direta dos grupos de Andersen poderá ser realizada com a contagem e medição da altura e diâmetro das mudas e a avaliação da existência de novas espécies que possam estar se estabelecendo no grupo. Para a avaliação da regeneração natural existente entre os grupos poderá ser feito pelo método de parcelas com 4m<sup>2</sup>, onde será analisado a existência de regeneração natural e a medição desta regeneração como o realizado para os grupos.

#### **8.4.8 Recomendações**

Para o sucesso do enriquecimento florestal, nos moldes como está concebido neste plano, é importante que sejam observadas algumas recomendações gerais conforme segue:

- Sempre que possível, utilizar o maior número de espécies dentro de um mesmo grupo de Andersen;
- Com o intuito de se manter a umidade do solo nas áreas de plantio é recomendado o recobrimento das áreas com resíduos finos provenientes de exploração florestal ou mesmo a utilização de “palhada” proveniente de roçada de áreas adjacentes providas de brachiaria.



## **9 CRONOGRAMA EXECUTIVO DOS SERVIÇOS**

Os trabalhos de recuperação ambiental das áreas degradadas pela exploração das cascalheiras deverão ser realizados em dois períodos distintos.

Na época da seca na região, geralmente entre os meses de maio a novembro deverão ser executadas as operações de implantação dos dispositivos de drenagem, reconformação mecânica de taludes e preparo do solo.

Já no período chuvoso, que ocorre entre os meses de dezembro e abril deverão ser priorizadas as atividades de plantio e/ou manutenção das áreas de recuperação.



## 10 EQUIPE TÉCNICA

A equipe responsável pela elaboração dos estudos é da empresa Juris Ambientis Consultores S/S Ltda EPP, sediada em Curitiba, detentora do Cadastro Técnico Federal das Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental nº 259640.

O Quadro a seguir apresenta a equipe técnica básica envolvida na elaboração deste PRAD.

| NOME                       | Área do Profissional                           | Registro no Conselho de Classe |
|----------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------|
| Manoel José Domingues      | Eng <sup>o</sup> Florestal - Coordenador Geral | CREA-PR 10.378/D               |
|                            |                                                |                                |
| Roger Marcondes Abs        | Geólogo                                        | CREA-SP 0500358312             |
| Newton T. Prado            | Eng. Civil                                     | CREA-SP 0600195213             |
| Carolina Mariano Ferreira  | Geóloga                                        | CREA-PR 123.448/D              |
| Daiane Niederheitmann      | Eng <sup>a</sup> Florestal                     | CREA-PR 95.277/D               |
| David Elias Favoretto      | Eng <sup>o</sup> Florestal                     | CREA-PR 98.646/D               |
| João Rodrigues Machado Jr. | Técnico Florestal                              | CREA-PR 110.775/TD             |



## 11 BIBLIOGRAFIA

- Bechara, F. C. 2006. Unidades Demonstrativas de Restauração Ecológica através de Técnicas Nucleadoras: Floresta Estacional Semidecidual, Cerrado e Restinga. Tese de Doutorado, ESALQ. Piracicaba. 248p.
- Campello, E. F. C. 1998. Sucessão vegetal na recuperação de áreas degradadas. In: Dias, L. E.; Mello, J. W. V. (eds.). Recuperação de áreas degradadas. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa. Pp.183-196.
- CPRM – 1999 – PLGB – Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - Geologia e Recursos Minerais do Estado de Rondônia, Residência de Porto Velho, RO
- Corrêa, R.S.; Leite, L.L.; Bastos, E. K. 1998. A dinâmica da degradação e da regeneração. In: Corrêa, R.S. & Filho, M. B. (orgs.). Ecologia e recuperação de áreas degradadas no Cerrado. Editora Paralelo 15. Brasília.
- Corrêa, R.S. 2006. Recuperação de áreas degradadas pela mineração no cerrado: Manual para revegetação. 186p. Brasília: Universa.
- EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: Embrapa, 1999. 412p.
- Faria, S.M. de; Chada, S.de.S. Interação Microorganismos e Plantas na Recuperação de Áreas Degradadas, 2003.
- Fonseca, C. E. L.; Ribeiro, J. F.; Souza, C. C.; Rezende, R. P.; Balbino, V. K. 2001. Recuperação da vegetação de matas de galeria: estudos de caso no Distrito Federal e Entorno. In: Ribeiro, J. F.; Fonseca, C. E. L. & Souza-Silva, J. C. (eds.). Cerrado: caracterização e recuperação de matas de galeria. Embrapa Cerrados. Planaltina.
- Gonçalves, J.L.M.; MELLO, S.L.M. 2004 The root system of trees. In: Gonçalves, J.L.M. e Benedetti, V. (orgs). Piracicaba. Forest nutrition and fertilization. Instituto de Pesquisas Florestais e Estudos Florestais, il. São Paulo.
- Haridasan, M.. Observations on soils, foliar nutrient concentration and floristic composition of cerrado sensu stricto and cerradão communities in central Brazil, 1992
- IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Manuais Técnicos em Geociências (Manual técnico de Pedologia. Rio de Janeiro, 2007.
- Kageyama, P.; Gandara, F. G. 2000. Recuperação de áreas ciliares. In: Rodrigues, R. R.; Leitão Filho, H. F. (eds.). Matas Ciliares: conservação e recuperação. Editora Universidade de São Paulo. São Paulo. Pp. 249-269.
- Kageyama, P. Gandara, F.B.. Recuperação de áreas ciliares.. In: R.R Rodrigues & H. F. L. Filho (eds). Matas Ciliares: conservação e



recuperação. São Paulo USP/FAPESP, 2004

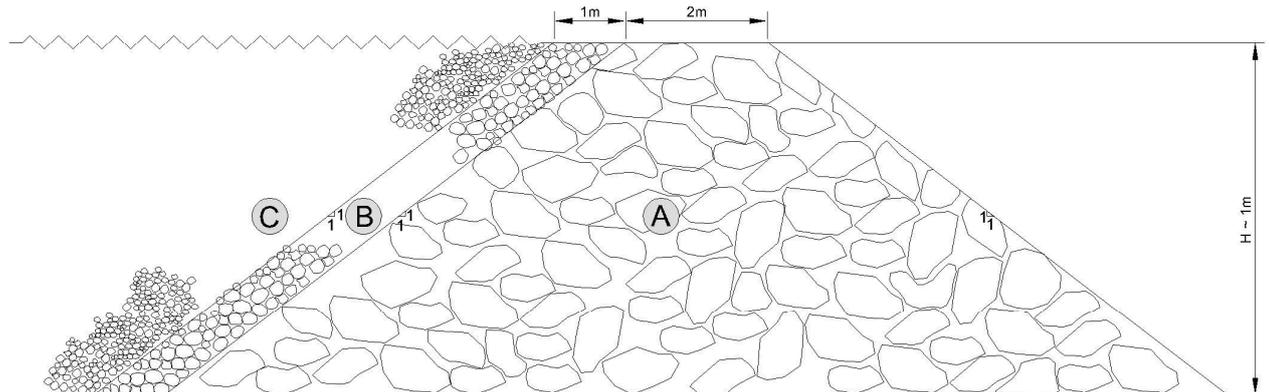
- Macedo, A. C. Produção de mudas em viveiros florestais: espécies nativas. Gov. do Estado de São Paulo. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. Fundação Florestal. São Paulo, 1993.
- Melo, J. T.; Silva, J. A.; Torres, R. A. A.; Silveira, C. E. S. S.; Caldas, L. S. 1998. Coleta, propagação e desenvolvimento inicial de espécies do Cerrado. In: Sano, S. M. & Semíramis, P. A. (eds.). Cerrado: ambiente e flora. Embrapa Cerrados. Planaltina.
- Pinheiro, C.Q. 2008: Avaliação da Recuperação da Cascalheira do Aeroporto Internacional de Brasília Juscelino Kubitschek: Aspectos Edáficos, Florísticos e Ecológicos. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais, Universidade de Brasília.
- Primavesi, A. O manejo ecológico do solo: agricultura em regiões tropicais (3ª Edição ed.). São Paulo: Livraria Nobel.1981.
- RADAM – 1978 – Folha Porto Velho – Folha SC.20, vol. 16
- Reis A.; Bechara, F. C.; Espíndola M. B. de; Vieira, N. K.. Restauração de Áreas Degradadas: A Nucleação como Base para os Processos Sucessionais. Revista Natureza & Conservação. v. 1, n. 1. 2003
- Reis, A.; ZAMBONIN, R. M.; NAKAZONO, E. M. Recuperação de florestas degradadas utilizando a sucessão e as interações planta-animal. São Paulo: Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, 1999. Caderno n. 14.
- Rezende, A. V. 1998. Importância das matas de galeria: manutenção e recuperação. In: Ribeiro, J. F. (ed.). Cerrado: matas de galeria. Embrapa Cerrados. Planaltina. Pp. 1-15.
- Ribeiro, J.F; Schiavini, I. Recuperação de matas de galeria: integração entre a oferta ambiental e biologia das espécies. In: Ribeiro, J.F. ed. Cerrado: matas de galeria. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998.
- Rodrigues, R. R.; Gandolfi, S. 2000. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares. In: Rodrigues, R. R. & Leitão Filho, H. F., Matas ciliares: conservação e recuperação. Editora da Universidade de São Paulo/Fapesp. São Paulo, pp. 241-243.
- Rodrigues, R. R. & Gandolfi, S. 1998. Restauração de florestas tropicais: subsídios para uma definição metodológica e indicadores de avaliação e monitoramento. In: Dias, L. E.; Mello, J. W. V. (eds.). Recuperação de áreas degradadas. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa. Pp.203-216.



## **12 ANEXOS**

## ANEXO 1: ESQUEMA DO CORDÃO DE ENROCAMENTO DA ÁREA 1B

### CORDÃO DE ENROCAMENTO



#### SEÇÃO TÍPICA ESQUEMÁTICA

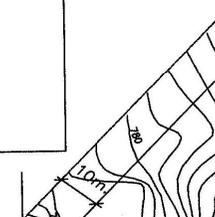
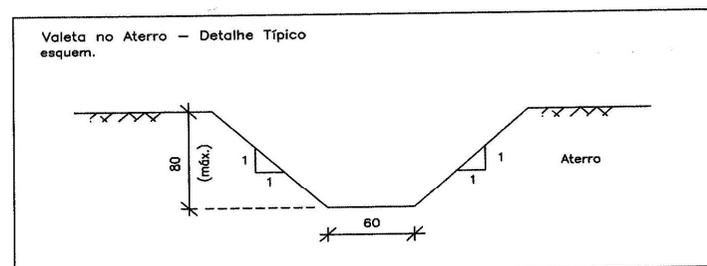
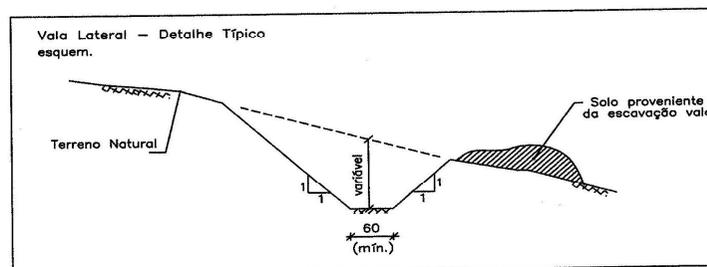
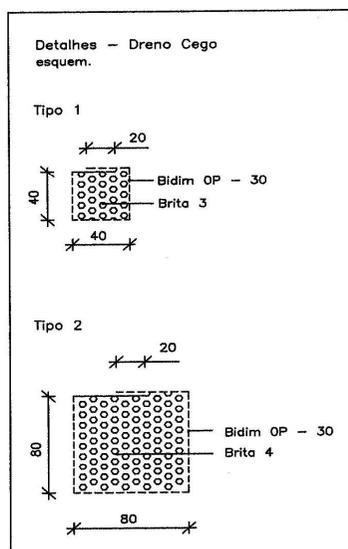
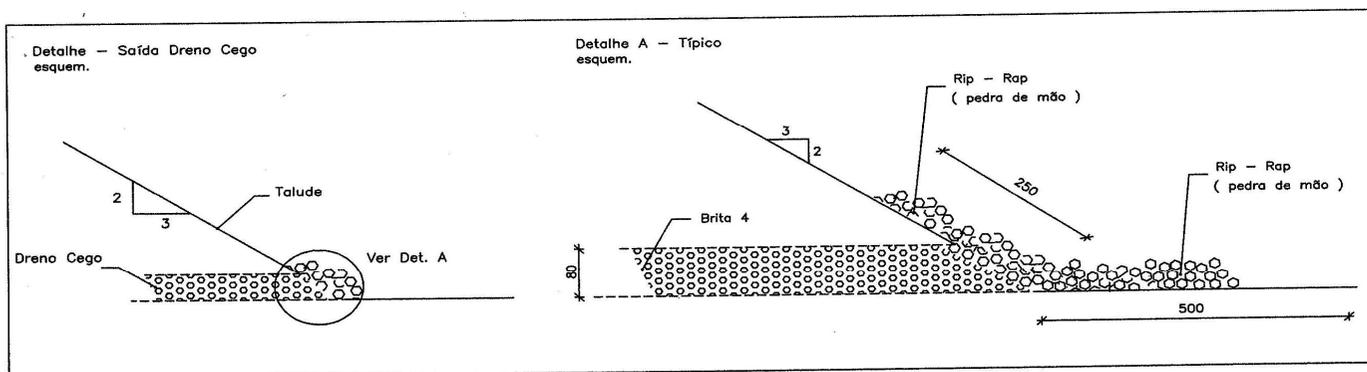
SEM ESCALA

Materiais (sugeridos):

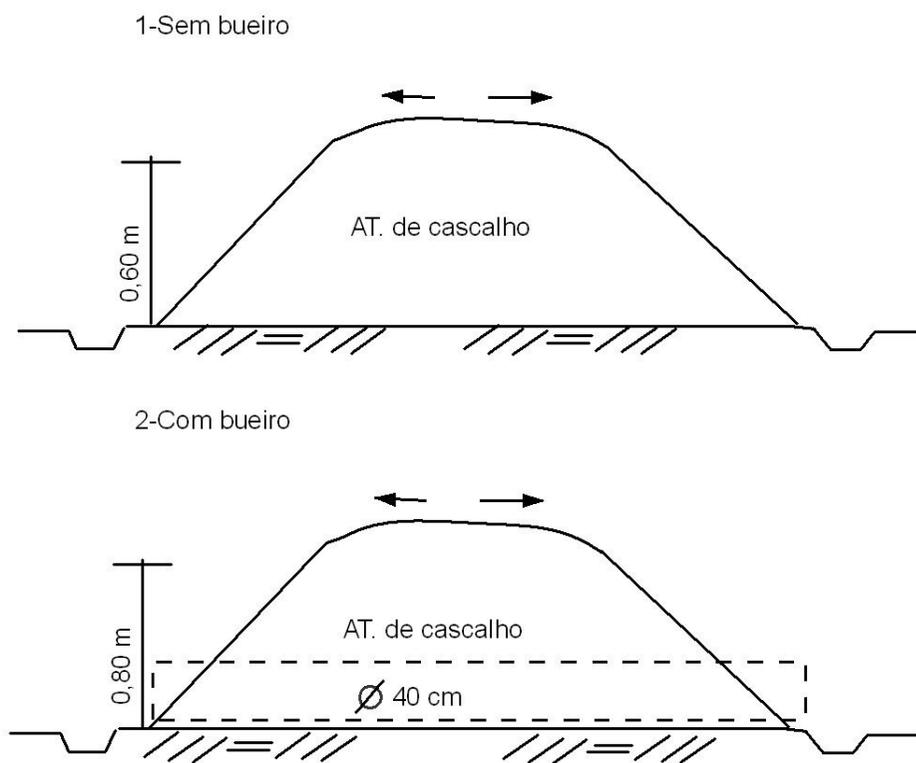
- Ⓐ Blocos de rocha
- Ⓑ Rachão/Pedra de mão/Brita 4
- Ⓒ Cascalho do local



## ANEXO 2: ESQUEMA DE IMPLANTAÇÃO DE “DRENO CEGO”



## ANEXO 3: ESQUEMA DE ALTEAMENTO DE ESTRADA RURAL





## ANEXO 04 - LISTA DE ESPÉCIES QUE ESTÃO SENDO PRODUZIDAS NO VIVEIRO DO AHE JIRAU E SUA CORRESPONDÊNCIA COM GÊNEROS OBSERVADOS NA ÁREA DO RESERVATÓRIO

| N  | Nome Vulgar        | Nome científico                                            | G.E | Reservatório |     | Gêneros encontrados no reservatório |                                           |                        |                             |                           |                       |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                      |
|----|--------------------|------------------------------------------------------------|-----|--------------|-----|-------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------|-----------------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------------|
|    |                    |                                                            |     |              |     |                                     |                                           |                        |                             |                           |                       |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                      |
| 1  | Fruta Pão          | <i>Artocarpus incise</i> L.f.                              |     |              | Não |                                     |                                           |                        |                             |                           |                       |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                      |
| 2  | Pupunha            | <i>Bactris gasipaes</i> Kunth                              | P   | Sim          |     | <b>Bactris gasipaes</b>             | <i>Bactris simplicifrons</i>              |                        |                             |                           |                       |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                      |
| 3  | Castanheira        | <i>Bertholletia excelsa</i> Humb. & Bonpl                  | C   | Sim          |     | <b>Bertholletia excelsa</b>         |                                           |                        |                             |                           |                       |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                      |
| 4  | Urucum             | <i>Bixa orellana</i> L.                                    | P   |              | Não | <i>Bixa arborea</i>                 |                                           |                        |                             |                           |                       |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                      |
| 5  | Pequi              | <i>Buchenavia sp.</i>                                      | P   |              | Não | <i>Buchenavia grandis</i>           | <i>Buchenavia parvifolia</i>              | <i>Buchenavia sp.</i>  |                             |                           |                       |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                      |
| 6  | Murici do brejo    | <i>Byrsonima crassifolia</i>                               | S   |              | Não | <i>Byrsonima crispa</i>             |                                           |                        |                             |                           |                       |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                      |
| 7  | Murici de capoeira | <i>Byrsonima sp.</i>                                       | S   |              | Não | <i>Byrsonima crispa</i>             |                                           |                        |                             |                           |                       |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                      |
| 8  | Jucá               | <i>Caesalpinia ferrea</i> Mart. ex Tul. var. <i>ferrea</i> | C   |              | Não |                                     |                                           |                        |                             |                           |                       |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                      |
| 9  | Flamboyanzinho     | <i>Caesalpinia pulcherrima</i>                             | P   |              | Não |                                     |                                           |                        |                             |                           |                       |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                      |
| 10 | Landil             | <i>Calophyllum brasiliense</i>                             | S   | Sim          |     | <b>Calophyllum brasiliense</b>      |                                           |                        |                             |                           |                       |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                      |
| 11 | Jambo de Anta      | <i>Calyptanthes lucida</i> Mart.                           | S   |              | Não | <i>Calyptanthes creba</i>           | <i>Calyptanthes cuspidata</i>             |                        |                             |                           |                       |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                      |
| 12 | Jequitibá-Rosa     | <i>Cariniana micrantha</i> Ducke                           | S,C | Sim          |     | <b>Cariniana micrantha</b>          | <i>Cariniana integrifolia</i>             |                        |                             |                           |                       |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                      |
| 13 | Cedro-Mara         | <i>Cedrela odorata</i> L.                                  | S   |              | Não | <i>Cedrela fissilis</i>             |                                           |                        |                             |                           |                       |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                      |
| 14 | Palheteiro         | <i>Clitoria fairchildiana</i> R.A.Howard                   | P   |              | Não |                                     |                                           |                        |                             |                           |                       |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                      |
| 15 | Copaíba            | <i>Copaifera langsdorffii</i>                              | S,C |              | Não | <i>Copaifera multijuga</i>          |                                           |                        |                             |                           |                       |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                      |
| 16 | Freijó             | <i>Cordia goeldiana</i> Huber                              | S   | Sim          |     | <b>Cordia goeldiana</b>             | <i>Cordia hexapetalus</i>                 | <i>Cordia nodosa</i>   | <i>Cordia oppositifolia</i> | <i>Cordia panicularis</i> | <i>Cordia peralta</i> |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                      |
| 17 | Pajurá             | <i>Couepia bracteosa</i>                                   | P   |              | Não | <i>Couepia elata</i>                | <i>Couepia guianensis ssp. glandulosa</i> | <i>Couepia robusta</i> | <i>Couepia rodriguesis</i>  |                           |                       |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                      |
| 18 | Sorva              | <i>Couma utilis</i> (Mart.) Müll.Arg.                      | S   | Sim          |     | <b>Couma utilis</b>                 | <i>Couma guianensis</i>                   |                        |                             |                           |                       |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                      |
| 19 | Ipê-Mirim          | <i>Cybistax antisiphilitica</i> (Mart.) Mart.              | P   |              | Não |                                     |                                           |                        |                             |                           |                       |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                      |
| 20 | Biribá             | <i>Duguetia lanceolata</i> (Warm.)                         | S   |              | Não | <i>Duguetia crisis</i>              | <i>Duguetia flagellaris</i>               | <i>Duguetia</i>        | <i>Duguetia</i>             | <i>Duguetia</i>           | <i>Duguetia</i>       | <i>Duguetia</i> | <i>Duguetia</i> | <i>Duguetia</i> | <i>Duguetia</i> | <i>Duguetia</i> | <i>Duguetia</i> | <i>Duguetia ulei</i> |



| N  | Nome Vulgar                  | Nome científico                                     | G.E. | Reservatório | Gêneros encontrados no reservatório |                            |                         |                     |                    |  |
|----|------------------------------|-----------------------------------------------------|------|--------------|-------------------------------------|----------------------------|-------------------------|---------------------|--------------------|--|
|    |                              |                                                     |      |              |                                     |                            |                         |                     |                    |  |
|    |                              | A.St.-Hil.                                          |      |              |                                     |                            | <i>stelechantha</i>     | <i>surinamensis</i> | <i>trunciflora</i> |  |
| 21 | Timboril                     | <i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong | P    | Não          | <i>Enterolobium schomburgkii</i>    |                            |                         |                     |                    |  |
| 22 | Timboril                     | <i>Enterolobium maximum</i> Ducke                   | P    | Não          | <i>Enterolobium schomburgkii</i>    |                            |                         |                     |                    |  |
| 23 | Mulungu                      | <i>Erythrina vellutina</i>                          | S    | Não          |                                     |                            |                         |                     |                    |  |
| 24 | Açaí de touceira (frutífera) | <i>Euterpe oleraceae</i>                            | P    | Não          | <i>Euterpe precatória</i>           |                            |                         |                     |                    |  |
| 25 | Seringueira                  | <i>Hevea brasiliensis</i>                           | S    | Sim          | <b>Hevea brasiliensis</b>           | <i>Hevea guianensis</i>    |                         |                     |                    |  |
| 26 | Jatobá                       | <i>Hymenaea courbaril</i>                           | C    | Não          | <i>Hymenaea intermedia</i>          | <i>Hymenaea parvifolia</i> |                         |                     |                    |  |
| 27 | Ingá                         | <i>Inga macrophylla</i> H.B.K                       | P    | Sim          | <b>Inga macrophylla</b>             | 15 espécies                |                         |                     |                    |  |
| 28 | Boleira                      | <i>Joannesia princeps</i>                           | P    | Não          |                                     |                            |                         |                     |                    |  |
| 29 | Mirindiba                    | <i>Lafoensia glyptocarpa</i>                        | S    | Não          |                                     |                            |                         |                     |                    |  |
| 30 | Tamarindo (frutífera)        | <i>Martiodendron elatum</i> Ducke                   |      | Não          |                                     |                            |                         |                     |                    |  |
| 31 | Buriti (frutífera)           | <i>Mauritia flexuosa</i> L.f.                       | P    | Não          |                                     |                            |                         |                     |                    |  |
| 32 | Itaúba                       | <i>Mezilaurus itauba</i> (Meisn.) Taub. ex Mez      | C    | Sim          | <b>Mezilaurus itauba</b>            | <i>Mezilaurus duckei</i>   |                         |                     |                    |  |
| 33 | Moringa                      | <i>Moringa pterygosperma</i> Gaertn.                |      | Não          |                                     |                            |                         |                     |                    |  |
| 34 | Quina-quina                  | <i>Nectandra moritziana</i> Klotzsch ex Nees        | C    | Não          |                                     |                            |                         |                     |                    |  |
| 35 | Abacaba (frutífera)          | <i>Oenocarpus circumtextus</i> Mart.                |      | Não          | <i>Oenocarpus bacaba</i>            | <i>Oenocarpus bataua</i>   | <i>Oenocarpus minor</i> |                     |                    |  |
| 36 | Abacaba                      | <i>Oenocarpus mapora</i> H.Karst.                   |      | Não          | <i>Oenocarpus bacaba</i>            | <i>Oenocarpus bataua</i>   | <i>Oenocarpus minor</i> |                     |                    |  |
| 37 | Fava bolota                  | <i>Parkia pendula</i>                               | C    | Sim          | <b>Parkia pendula</b>               | <i>Parkia multijuga</i>    | <i>Parkia nitida</i>    |                     |                    |  |
| 38 | Abiu                         | <i>Pouteria sp.</i>                                 | S    | Sim          | 21 espécies                         |                            |                         |                     |                    |  |
| 39 | Samã                         | S/D                                                 |      | Não          |                                     |                            |                         |                     |                    |  |
| 40 | Pinho cuiabano               | <i>Schizolobium amazonicum</i>                      | P    | Sim          | <b>Schizolobium amazonicum</b>      |                            |                         |                     |                    |  |
| 41 | Jurubeba                     | <i>Solanum paniculatum</i>                          | P    | Não          |                                     |                            |                         |                     |                    |  |
| 42 | Cajá                         | <i>Spondias dulcis</i> Forst                        | P    | Não          |                                     |                            |                         |                     |                    |  |
| 43 | Baginha                      | <i>Stryphnodendron pulcherrimum</i>                 | P    | Não          | <i>Stryphnodendron racemiferum</i>  |                            |                         |                     |                    |  |
| 44 | Jambinho Branco              | <i>Syzygium aqueum</i>                              |      | Não          |                                     |                            |                         |                     |                    |  |



| N  | Nome Vulgar   | Nome científico                      | G.E | Reservatório |     | Gêneros encontrados no reservatório |                             |                             |                           |                          |                           |                          |
|----|---------------|--------------------------------------|-----|--------------|-----|-------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|
|    |               |                                      |     | Sim          | Não |                                     |                             |                             |                           |                          |                           |                          |
| 45 | Ipê-Roxo      | <i>Tabebuia serratifolia</i> (Vahl)  | S   | Sim          |     | <i>Tabebuia serratifolia</i>        | <i>Tabebuia incana</i>      |                             |                           |                          |                           |                          |
| 46 | Ipê-Rosa      | <i>Tabebuia sp.</i>                  | S   |              | Não |                                     |                             |                             |                           |                          |                           |                          |
| 47 | Ipê-roxo      | <i>Tabebuia sp.</i>                  | S   |              | Não | <i>Tabebuia serratifolia</i>        | <i>Tabebuia incana</i>      |                             |                           |                          |                           |                          |
| 48 | Cupuaçu       | <i>Theobroma grandiflorum</i>        | S   |              | Não | <i>Theobroma cacao</i>              | <i>Theobroma subincanum</i> | <i>Theobroma sylvestris</i> |                           |                          |                           |                          |
| 49 | Cacau da Mata | <i>Theobroma speciosa</i>            | S   |              | Não |                                     |                             |                             |                           |                          |                           |                          |
| 50 | Buriti        | <i>Trophis brasiliensis</i> H.Wendl. |     |              | Não |                                     |                             |                             |                           |                          |                           |                          |
| 51 | Cajarana      | <i>Vochysia ferruginea</i> Mart.     | P   |              | Não |                                     |                             |                             |                           |                          |                           |                          |
| 52 | Envira        | <i>Xylopia nitida</i>                | P   |              | Não | <i>Xylopia amazonica</i>            | <i>Xylopia aromatica</i>    | <i>Xylopia benthamii</i>    | <i>Xylopia calophylla</i> | <i>Xylopia cuspidata</i> | <i>Xylopia emarginata</i> | <i>Xylopia spruceana</i> |

G.E. (Grupo ecológico) P (Pioneira), S (Secundária) e C (Climática)



---

## **ANEXO 5: DESENHO DE PONTOS DE OBSERVAÇÕES DE CAMPO**



---

## **ANEXOS 6 A 13: DESENHOS ESQUEMÁTICOS DAS INTERVENÇÕES DE RECUPERAÇÃO EM CADA UMA DAS ÁREAS DO PRAD**