



## UHE SANTO ANTONIO



Título:		Código do Documento		Rev.
<b>PLANO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS</b>		<b>PRAD</b>		<b>01</b>
Elaboração/ data: Nelson C.A (Gestor Meio Ambiente)	Análise crítica / data: Anelisa Cantieri (RP de Meio Ambiente)	Análise crítica / data: Luiz Cesar Moreira (Gerente de Engenharia)	Aprovação/data: Leonardo Borgatti (Diretor de Contrato)	

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	8
2.	OBJETIVO.....	10
3.	ABRANGÊNCIA.....	10
4.	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA.....	10
5.	DEFINIÇÕES.....	12
6.	RESPONSABILIDADES.....	14
7.	METODOLOGIA APLICADA.....	16
8.	FLUXOGRAMA ILUSTRATIVO DO PRAD – Plano de Recuperação de Áreas Degradadas	18
9.	IDENTIFICAÇÃO DAS PARCELAS DEGRADADAS.....	19
10.	CARACTERIZAÇÃO DAS PARCELAS DEGRADADAS.....	22
10.1.	RELEVO.....	22
10.2.	FITOFISIONOMIA.....	22
10.3.	SOLO.....	28
10.4.	FAUNA.....	33
10.5.	USO FUTURO DA PARCELA DEGRADADA.....	33
11.	PLANEJAMENTO DAS INTERVENÇÕES NAS ÁREAS.....	34
11.1.	DEMARCAÇÃO DAS PARCELAS.....	35
11.2.	SUPRESSÃO VEGETAL.....	35
11.3.	DECAPEAMENTO E ESTOCAGEM DO SOLO VEGETAL.....	37
11.4.	MEDIDAS DE CONTROLE AMBIENTAL.....	39
12.	PROCEDIMENTOS TÉCNICOS PARA RECUPERAÇÃO DAS ÁREAS DEGRADADAS.....	40

12.1.	MEMÓRIA TÉCNICA.....	40
12.1.1.	Drenagem e conservação de solo.....	42
12.1.1.1.	Dimensionamento de estruturas de drenagem e conservação de solos.....	43
12.1.1.2.	Abertura de Sulcos em Nível.....	47
13.	REVEGETAÇÃO DAS ÁREAS DEGRADADAS.....	49
13.1.	REVEGETAÇÃO DE TALUDES DE CORTE E ATERRO.....	50
13.1.1.	Seleção de espécies para revegetação de taludes .....	50
13.1.2.	Recomendação sobre uso de corretivos e fertilizantes .....	52
13.1.3.	Plantio de taludes de corte e aterro.....	53
13.2.	REVEGETAÇÃO DE SUPERFÍCIES NÃO TALUDADAS .....	53
13.2.1.	Escolha das espécies .....	53
13.2.2.	Adubação.....	62
13.2.3.	Calagem .....	64
13.2.4.	Plantio.....	64
13.2.5.	Produção de mudas.....	66
14.	MANUTENÇÃO DAS ÁREAS RECUPERADAS .....	70
14.1.	TRATOS CULTURAIS.....	70
14.2.	REVISÃO DAS ESTRUTURAS DE DRENAGEM E CONSERVAÇÃO DE SOLO.....	71
14.3.	MONITORAMENTO .....	71
15.	RECUPERAÇÃO DO BOTA FORA /SOLO E ROCHA – MARGEM ESQUERDA .....	73
15.1.	CÁLCULO DE ESTABILIDADE/ DEFINIÇÃO DA GEOMETRIA/ BOTA FORAS/ SOLO.....	75
15.1.1.	Geometria e seções de análise.....	75
15.1.2.	Parâmetros geológico-geotécnicos e critérios de aceitação.....	77
15.1.3.	Análises efetuadas e resultados obtidos .....	77
15.2.	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....	79
16.	CENTRAL DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS.....	84
17.	PAIOL DE EXPLOSIVOS.....	87

<b>18.</b>	<b>ACESSOS PROVISÓRIOS.....</b>	<b>88</b>
<b>19.</b>	<b>CANTEIROS DE APOIO MD e ME .....</b>	<b>92</b>
19.1.	PLANT DE COMBUSTÍVEIS .....	95
19.2.	ETE – ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS .....	95
19.2.1.	Roteiro básico de encerramento da ETE.....	96
<b>20.</b>	<b>JAZIDA DE SOLO JT 07 – CARECÃO.....</b>	<b>98</b>
<b>21.</b>	<b>RECUPERAÇÃO DE ÁREAS CONTAMINADAS POR PRODUTOS OLEOSOS .....</b>	<b>99</b>
<b>22.</b>	<b>PROJETO BÁSICO PARA CONFINAMENTO DE SEDIMENTOS COM EVENTUAIS TRAÇOS DE MERCÚRIO .....</b>	<b>103</b>
22.1.	MEMORIAL DE CÁLCULO.....	108
22.2.	PLANO DE ENCERRAMENTO E USO FUTURO DA ÁREA .....	108
<b>23.</b>	<b>CRONOGRAMA DE ATIVIDADES.....</b>	<b>109</b>
<b>24.</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>109</b>
24.1.	ART – Anotação de responsabilidade técnica .....	109
24.2.	Resultados das análises de solo .....	109
24.3.	DESENHO CO-GL-20-009 R 03 – Canteiro de obras ME e MD. PRAD .....	109
24.4.	DESENHO CO-GL-03-027 R 1 – Folhas 1/3, 2/3, 3/3 - BOTA FORA ME EL.110 PLANTA E SEÇÃO.....	109
24.5.	DESENHO CO –GL-20-006 R1 – Vala para confinamento de sedimentos com eventuais traços de mercúrio.....	109
24.6.	DESENHO CO-GL-20-004 R 0 – Viveiro florestal – ME.....	109
24.7.	CRONOGRAMA .....	109
<b>25.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>110</b>

ÍNDICE DE TABELAS		Pág
<b>Tabela 1</b>	Definição de siglas e termos empregados neste documento necessários ao seu entendimento	12
<b>Tabela 2</b>	Definição /responsabilidades das equipes do CSAC e da SAE relacionadas ao processo de recuperação de áreas degradadas	14
<b>Tabela 3</b>	Etapas do processo de Recuperação de Áreas Degradadas	17
<b>Tabela 4</b>	Identificação das áreas degradadas decorrentes da implantação do canteiro	20
<b>Tabela 5</b>	Tipologia vegetal das áreas degradadas pela implantação do canteiro	23
<b>Tabela 6</b>	Caracterização da tipologia vegetal por área identificada no quadro nº 4	25
<b>Tabela 7</b>	Estoques de Solo Vegetal (Desenho CO-GL-20-009R2, em anexo)	29
<b>Tabela 8</b>	Identificação das amostras de solo coletadas para análise laboratorial	29
<b>Tabela 9</b>	Análise Física - Química de Solo - Estoques de Solo Vegetal	30
<b>Tabela 10</b>	Resultados Complementares das Análises de Solo - Estoques de Solo Vegetal	31
<b>Tabela 11</b>	Resultados das Análises de Micronutrientes - Estoques de Solo Vegetal	32
<b>Tabela 12</b>	Ações propostas para orientar as intervenções nas áreas durante as obras	34
<b>Tabela 13</b>	Escolha das práticas para recuperação das áreas degradadas em função da declividade	42
<b>Tabela 14</b>	Valores de X de acordo com as práticas conservacionistas, tipos de cultura e resistência do solo à erosão	45
<b>Tabela 15</b>	Coeficientes de escoamento superficial a partir de valores do Ábaco Colorado Highway Department	47
<b>Tabela 16</b>	Composição qualitativa de sementes de espécies forrageiras com potencial de utilização na revegetação de taludes de corte e aterro	52
<b>Tabela 17</b>	Recomendação de corretivo de solo e adubação nos taludes de corte e aterro	53
<b>Tabela 18</b>	Espécies arbóreas identificadas na área do canteiro nas diversas tipologias de cob.vegetal com potencial de uso na recuperação de áreas degradadas.	56
<b>Tabela 19</b>	Espécies forrageiras propostas para plantio das jazidas, acessos e canteiro de apoio	60
<b>Tabela 20</b>	Níveis médios recomendados de nutrientes para estabelecimento de vegetação em área degradada (Embrapa – 1995)	62
<b>Tabela 21</b>	Níveis de adubação recomendados pela Embrapa para o plantio de mudas em áreas degradadas	63
<b>Tabela 22</b>	Recomendação da Embrapa para adubação de cobertura em 3 níveis – 1, 2 e 3	63
<b>Tabela 23</b>	Preparo de sementes para produção de mudas	68
<b>Tabela 24</b>	Atividades relacionadas ao processo de produção de mudas no viveiro	69
<b>Tabela 25</b>	Especificação de manta PEAD - Geomembrana	107

ÍNDICE DE FIGURAS		Pág
<b>Figura 1</b>	Imagem com as poligonais identificadas na Tabela nº 4, antes de realizadas às intervenções, com a cobertura vegetal anterior a instalação do canteiro	21
<b>Figura 2</b>	Vegetação predominante na área do Canteiro ME 1 (canteiro pioneiro, centrais de britagem, concreto, armação, carpintaria, oficinas, almoxarifado)	26
<b>Figura 3</b>	Vegetação marginal ao acesso Monte Cristo, já existente localizado na ME.	26
<b>Figura 4</b>	Área florestada no canteiro margem direita, cortada pelo acesso AMD 08.	27
<b>Figura 5</b>	Vegetação existente nas margens do acesso AMD 07.	27
<b>Figura 6</b>	Picagem dos restos de vegetação com rolo faca. Utilizado para facilitar a carga e transporte e acelerar a decomposição nas pilhas de solo vegetal	36
<b>Figura 7</b>	Disposição do material orgânico gerado no processo de supressão vegetal nas pilhas de solo vegetal	38
<b>Figura 8</b>	Estoque de solo vegetal na margem esquerda (material proveniente do decapeamento do igapó)	38
<b>Figura 9</b>	Imagem de satélite da área do canteiro após instalação das estruturas de apoio e definitivas, com algumas das parcelas identificadas na Tabela nº 4 e Figura nº 1 (numeração de identificação das áreas)	40
<b>Figura 10</b>	Abertura de sulcos em nível na superfície do terreno da jazida JT 07 - MD. Sulco aberto numa profundidade de 0,60 m com trator de esteira equipado com ripper	48
<b>Figura 11</b>	Detalhe do equipamento utilizado para abertura dos sulcos em nível na superfície do terreno da jazida JT 07 - MD.	49
<b>Figura 12</b>	Lay out de distribuição das mudas arbóreas no campo, em quinquênio com espaçamento de 5 m entre plantas e 7 m entre linhas	61
<b>Figura 13</b>	Preparo de covas para plantio de mudas em parcela da JT 07, com covas demarcadas nos sulcos abertos no terreno	66
<b>Figura 14</b>	Vista aérea de Bota fora de rocha e de solo	73
<b>Figura 15</b>	Seqüência de fotos do Bota fora 2 (solo) – 01/03. Cordão de rocha instalado nos limites do bota fora de solo para conter dispersão de sólidos durante o processo de lançamento de material, mostrando talude ainda não conformado.	74
<b>Figura 16</b>	Seqüência de fotos do Bota fora 2 (solo) – 02/03. Reconformação da superfície do talude, lançamento de camada de solo vegetal e plantio de forrageiras	74
<b>Figura 17</b>	Seqüência de fotos do Bota fora 2 (solo) – 03/03. Estabilização do talude recuperado, evidenciando o início do processo de sucessão natural da vegetação, com ocorrência natural de espécies arbóreas e arbustivas nativas	75
<b>Figura 18</b>	Talude oeste – corte BB	76
<b>Figura 19</b>	Talude leste – corte CC	76
<b>Figura 20</b>	Seção oeste – corte BB – FS=1,31	78

<b>Figura 21</b>	Seção leste – corte CC – FS=1,42	78
<b>Figura 22</b>	Limite do lançamento de material orgânico / vegetal	79
<b>Figura 23</b>	Retentor orgânico natural instalado na superfície do talude de aterro do bota fora 01 ME	81
<b>Figura 24</b>	Cobertura vegetal, estrutura de drenagem e conservação de solo do Bota Fora 1 -ME	81
<b>Figura 25</b>	Recuperação do Bota fora 1, evidenciando estabelecimento da vegetação empregada	82
<b>Figura 26</b>	Lançamento de solo em parte da superfície do talude do bota fora de rocha, na face voltada para o canteiro pioneiro, com objetivo de favorecer o uso futuro do material estocado e a harmonização paisagística	83
<b>Figura 27</b>	Imagem aérea das estruturas da Central de Gerenciamento de Resíduos e Paio de Explosivos	85
<b>Figura 28</b>	Recuperação da primeira célula do aterro sanitário depois de preenchida com 600 toneladas de resíduos	86
<b>Figura 29</b>	Acesso provisório AME 05. Forro de rocha na proteção do aterro e descida d água	89
<b>Figura 30</b>	Instalação de proteção de crista no aterro do acesso, conformação de drenagem e plantio de taludes	89
<b>Figura 31</b>	Faixa lateral dos acessos provisórios plantada com forrageiras e apresentando a ocorrência natural de espécies nativas a partir da borda florestada	90
<b>Figura 32</b>	Canteiro de apoio ME	93
<b>Figura 33</b>	Pátios com forro de rocha das estruturas de apoio ME	94
<b>Figura 34</b>	ETE da ME – Estruturas modulares (3 módulos) compostos por lagoas facultativas e aeróbicas	96

## 1. INTRODUÇÃO

Este documento trata das técnicas e procedimentos propostos pelo CSAC – Consórcio Santo Antônio Civil, para recuperação das áreas degradadas no canteiro de obras da UHE Santo Antônio, considerando que para implantação do empreendimento são previstas obras de terra e rocha, concreto, instalação e operação de estruturas de apoio como: alojamentos, refeitórios, escritórios administrativos, centrais industriais, oficinas de manutenção e acessos.

Nele são descritos a metodologia e as técnicas propostas para recuperação das áreas degradadas. A elaboração dos Projetos Executivos das parcelas degradadas, consolidados os limites e a configuração final, será definida ao longo da obra, sendo, em alguns casos, concluído ao final da atividade desenvolvida na área e desmobilização das estruturas instaladas.

As intervenções necessárias para instalação e operação das atividades no canteiro de obras (Anexo- **Desenho CO-GL-20-009**, revisão 03 – Canteiro de Obras margem direita e margem esquerda - PRAD), têm uma relação direta com o potencial de degradação ambiental da área, sendo a sua abrangência e magnitude dependentes dos seguintes fatores:

- ✓ características ambientais das áreas utilizadas;
- ✓ eficácia do sistema de controle ambiental;
- ✓ dos volumes de solo e rocha movimentados, e;
- ✓ das técnicas construtivas empregadas.

Na instalação do canteiro e durante o desenvolvimento das atividades, serão adotados critérios ambientais baseados na prevenção, visando incorporar nos respectivos processos / atividades, ações que eliminem e /ou mitiguem a degradação ambiental nas parcelas, facilitem o processo de recuperação e/ou remediação das áreas degradadas ao final das obras, em conformidade com as condicionantes da Licença de Instalação do empreendimento - **LI N° 540 / 2008** do **PBA - Projeto Básico Ambiental**, mais especificamente do **PAC – Programa Ambiental para a Construção**, e do **Projeto Básico de Engenharia**, onde são definidos a poligonal e o arranjo geral do canteiro.

Conceitualmente são definidas Áreas Degradadas como aquelas que após distúrbio resultante de processos naturais ou antrópicos tiveram eliminados os seus meios de regeneração natural, e a ação antrópica é necessária para sua recuperação (Carpanezzi *et al.* 1990).

Um ecossistema degradado apesar de não ser capaz de regenerar-se até a sua condição inicial, ainda mantém sua capacidade de produzir bens e serviços para as necessidades do homem

(Brown & Lugo, 1994). A intervenção faz-se necessária a fim de estabilizar e reverter os processos de degradação, acelerando e direcionando a sucessão natural. Tal intervenção pode ser feita sob diferentes abordagens, com objetivos e resultados distintos (Engel & Parrota, 2003). A recuperação ambiental é o processo pelo qual são promovidas interferências, para a recomposição dos processos funcionais de um ecossistema degradado, como a estabilidade e biodiversidade, de modo a possibilitar o retorno do sítio degradado ao processo sucessional natural, conforme as condições edáficas e climáticas específicas do local (Cunha, 2007).

Caso o ambiente mantenha a capacidade de regeneração ou depuração, diz-se que o ambiente esta perturbado e a intervenção humana apenas acelera o processo de recuperação. O método de regeneração natural se aplica para áreas perturbadas, ou seja, aquelas cujo ambiente mantém as suas características bióticas, e é viabilizado a partir do isolamento destas áreas e estudos de dispersão e implantação de vegetação.

A Academia Nacional de Ciências dos Estados Unidos definiu, em 1974, um conjunto de três termos – restauração, reabilitação e recuperação – como processos parecidos, diferenciando-se quanto ao produto a ser obtido:

- ✓ **restauração** seria a reposição das exatas condições ecológicas da área degradada, justificável para ambientes raros.
- ✓ **reabilitação** seria o retorno da função produtiva da terra, não do ecossistema, por meio de revegetação.
- ✓ **recuperação** seria a recomposição da área degradada para o estabelecimento de organismos originalmente presentes, sem o estreito compromisso ecológico, mas, sobretudo, o ambiental.

Ao se nomear, genericamente, qualquer intensidade de dano ambiental de “área degradada”, perde-se a noção do estado real de degradação de um ambiente e da efetiva necessidade de intervenção humana para sua recuperação.

A evolução das técnicas de revegetação com espécies nativas misturadas a exóticas acabou priorizando a recuperação. Hoje, a recuperação assume várias formas, possui vários objetivos e tornou-se um termo genérico. Recuperação, segundo Cf.J.D Majer (1989), pode ser consequência de qualquer processo que vise a obtenção de uma nova utilização para a área degradada, desde que resulte na formação de uma paisagem estável.

Conforme Cf.M.P.F.Fontes (1991), áreas degradadas são comumente revegetadas e, por isso, recuperação e reabilitação, no Brasil, são termos afins. Recuperação e reabilitação englobam todas as atividades que permitam o desenvolvimento da vegetação ou a reutilização racional do local que foi degradado pela mineração. O resultado esperado, nesse processo de recuperação, dependerá do objetivo pretendido e da capacidade do local de suportá-lo.

## 2. OBJETIVO

O Controle Operacional de **Recuperação de Áreas Degradadas** apresenta os seguintes objetivos:

- ✓ Assegurar o atendimento dos requisitos legais e de boas práticas ambientais locais aplicáveis aos processos e atividades relacionadas ao canteiro de obras da UHE Santo Antônio;
- ✓ Estabelecer diretrizes para a recuperação das áreas degradadas do canteiro de obras da UHE Santo Antônio;
- ✓ Definir sistemática para prevenção / mitigação de aspectos ambientais associados às intervenções necessárias para instalação do canteiro e no desenvolvimento das atividades durante o período de obras.

## 3. ABRANGÊNCIA

Este procedimento se aplica para toda área do canteiro de obras da UHE Santo Antônio, diretamente relacionado com os processos e atividades desenvolvidas, incluindo Subcontratados e Prestadores de Serviço que desempenham suas atividades dentro das instalações do canteiro.

## 4. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

**Programa de Gestão Integrada de SSTMA implantado no canteiro de obras :**

- ✓ **PI CSAC 01** – Manual do Programa de Gestão Integrada de SSTMA- Saúde, Segurança do Trabalho e Meio Ambiente;
- ✓ **PI CSAC 25** - Gerenciamento de Resíduos Sólidos;
- ✓ **PI CSAC 16** - Identificação e Avaliação de Aspectos e Impactos Ambientais;
- ✓ **PI CSAC 04** - Requisitos Legais e Outros Requisitos de SSTMA;
- ✓ **PI CSAC 05** - Inspeções de SSTMA;
- ✓ **PI CSAC 06** - Monitoramento, Medição e Mensuração de Desempenho em SSTMA;
- ✓ **PI CSAC 24** - Movimentação de Terra de Corte e Aterro;
- ✓ **PI CSAC 17** - Supressão Vegetal da Área do Canteiro;

**Observação:** Documentação disponibilizada no portal da intranet, no Arquivo Técnico de SSTMA do CSAC – Consórcio Santo Antônio Civil e nas áreas do canteiro onde aplicável o procedimento.

**Legislação ambiental:**

- ✓ **Decreto lei 227/67** – Código de Mineração;

- ✓ **NBR 13030/99** – Elaboração e Apresentação de Projeto de Reabilitação de Áreas Degradadas pela Mineração;
- ✓ **NBR 13029/93** - Elaboração e apresentação de projeto de disposição de estéril;
- ✓ **ABNT 10703/89** - Degradação do Solo;
- ✓ **Lei 4771/65** – Código Florestal, alterado pela Lei 11428/06;
- ✓ **Decreto federal 97.632/89** – Regulamenta a lei federal 6938/81 e trata do PRAD- Plano de Recuperação de Áreas Degradadas;
- ✓ **Resolução Conama 357/05** – Dispõe sobre a classificação de corpos d água e diretrizes ambientais para seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes e dá outras providências.

## 5. DEFINIÇÕES

**Tabela 1.** Definição de siglas e termos empregados neste documento necessários ao seu entendimento

DESCRIÇÃO	DEFINIÇÃO
<b>Adequação topográfica</b>	Conformação topográfica com vistas ao uso futuro de uma área
<b>Adequação paisagística</b>	Harmonização da paisagem de áreas mineradas com o entorno
<b>Áreas degradadas</b>	São aquelas que após o distúrbio resultante de processos naturais ou antrópicos, tiveram eliminado ou reduzido os meios de regeneração natural ou algumas de suas propriedades, apresentando baixa resiliência, sendo a ação antrópica necessária para sua recuperação
<b>Áreas Perturbadas / Alteradas</b>	Áreas que sofreram distúrbios, mas mantém os meios de regeneração biótica, não sendo determinante a ação antrópica para sua recuperação
<b>Aspecto ambiental</b>	Elementos das atividades, produtos ou serviços do empreendimento que podem interagir com o meio ambiente e gerar impacto ambiental
<b>Biorremediação</b>	Técnicas que utilizam microrganismos para redução do nível de contaminantes presentes no solo, com base nos padrões legais aceitáveis para o uso declarado
<b>CSAC</b>	Consórcio Santo Antônio Civil. Consórcio construtor civil da UHE Santo Antônio
<b>Contaminação</b>	Presença no ambiente de elementos nocivos à saúde ou a organismo do ecossistema acima dos padrões ambientais ou limites de tolerância
<b>Dispersão anemocórica</b>	Dispersão de sementes pela ação do vento
<b>Dispersão zoocórica</b>	Dispersão de sementes por animais
<b>Edáfica</b>	Relativa ao solo
<b>Edafologia</b>	Ciência que estuda o solo para fins agrícolas
<b>Espécies vegetais pioneiras</b>	Espécies claramente dependentes de luz, heliófitas, não ocorrem em sub-bosque, desenvolvendo-se em clareiras ou em bordas de florestas
<b>Espécies vegetais secundárias iniciais</b>	Espécies que ocorrem em condições de sombreamento médio ou luminosidade não muito intensa (clareiras pequenas, bordas de florestas ou em sub-bosque não densamente sombreado)
<b>Espécies vegetais clímax / tardias / tolerantes</b>	Espécies que se desenvolvem no sub-bosque em condições de sombra leve ou densa, podendo permanecer toda vida, ou então crescer até alcançar o dossel ou a condição emergente
<b>Ex situ (Tratamento de solo contaminado)</b>	Tratamento realizado com remoção do solo contaminado para outro local de tratamento
<b>Germoplasma</b>	Elemento dos recursos genéticos que maneja a variabilidade genética entre e dentro de uma espécie, com qualquer parte de um indivíduo capaz de gerar outro indivíduo – sementes, estacas e tubérculos
<b>Hidrocarboneto</b>	Composto orgânico formado de carbono e hidrogênio que ocorrem em petróleo, gás natural, carvão de pedra e betume

<b>Impacto ambiental</b>	Qualquer modificação no Meio Ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, em todo ou em parte, dos aspectos ambientais identificados
<b>In situ</b>	Tratamento realizado no local, sem que haja remoção do solo contaminado
<b>Meio ambiente</b>	Circunvizinhança em que o empreendimento opera, incluindo-se ar, água, solo, recursos naturais, flora, fauna, seres humanos e suas inter-relações
<b>Meio eutrófico</b>	Meio que apresenta condições para nutrição das espécies existentes
<b>Meio distrófico</b>	Meio com perturbação grave da condição nutricional, não tendo condições de estabelecimento das espécies
<b>Micronutriente</b>	Nome que caracteriza vários elementos químicos encontrados em quantidades minúsculas nos tecidos das plantas e animais
<b>On site (Tratamento de solo contaminado)</b>	Tratamento realizado no local do empreendimento mas com remoção do solo contaminado
<b>Padrões ambientais</b>	Valor limite adotado como requisito normativo de um parâmetro de Qualidade Ambiental
<b>Passivo ambiental</b>	Situação de plano ambiental a ser feito para mitigação / remediação de impactos ambientais gerados em decorrência de práticas passadas que tenham causado degradação ambiental
<b>Percolação</b>	Movimento de penetração da água no solo e subsolo
<b>Poluição</b>	Degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente: <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ prejudiquem a saúde, a segurança e o bem estar da população;</li> <li>✓ criem condições adversas às atividades sociais e econômicas;</li> <li>✓ afetem desfavoravelmente a biota;</li> <li>✓ afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente;</li> <li>✓ lancem matéria ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos;</li> </ul>
<b>Prevenção ambiental</b>	Uso de processos, práticas, técnicas, materiais, produtos, serviços ou procedimentos para evitar, reduzir ou controlar a ocorrência de quaisquer incidentes ou a geração de impacto ambiental adverso
<b>Reabilitação de área degradada</b>	É o retorno da função produtiva da área ou dos processos naturais, visando à adequação de uso futuro
<b>Reafeição do terreno</b>	Conjunto das operações necessárias para a recomposição topográfica do terreno, para permitir o uso da área de acordo com o planejamento estabelecido
<b>Recuperação de área degradada</b>	Recomposição para o estabelecimento de organismos originariamente presentes, sem o estreito compromisso ecológico, visando à estabilidade do meio ambiente
<b>Restauração de área degradada</b>	É a reposição das exatas condições ecológicas da área degradada, sendo justificável para ambientes raros
<b>SAE</b>	Santo Antônio Energia
<b>Sucessão natural</b>	Substituição progressiva de uma comunidade por outra em determinado ambiente, compreendendo todas as etapas desde a colonização ou estabelecimento das espécies até o clímax
<b>Uso futuro</b>	Utilização prevista para determinada área, considerando suas aptidões, intenção de uso e fragilidade do meio físico e biótico

## 6. RESPONSABILIDADES

A recuperação de áreas degradadas no canteiro de obras da UHE Santo Antônio será realizada durante todo andamento da obra, concluída na desmobilização final do canteiro.

Esta proposta tem como objetivos:

- ✓ utilizar os recursos (equipamentos e pessoal) mobilizados durante o período de obra;
- ✓ parcelar as atividades relacionadas ao PRAD, avaliando e adequando as técnicas empregadas no processo;
- ✓ promover a rápida estabilização das parcelas degradadas, evitando desenvolvimento de processos erosivos e geração de passivo ambiental.

**Tabela 2. Definição de responsabilidades relacionadas ao processo de recuperação das áreas degradadas no canteiro de obras da UHE Santo Antônio**

RESPONSÁVEL	DEFINIÇÃO DE RESPONSABILIDADES
<b>Gerente de Engenharia</b>	<p>Elaborar projetos de engenharia considerando a prevenção e os controles ambientais associados a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Definição da poligonal a para realização das intervenções;</li> <li>✓ Sistemas de drenagem provisórios e definitivos do canteiro, contemplando a interceptação, captação e condução das águas superficiais;</li> <li>✓ Definir de caminhos e acessos de serviços e pessoas;</li> <li>✓ Identificar interferências com corpos de água e áreas protegidas / preservadas, com previsão de implantação de estruturas de controle ambiental;</li> <li>✓ Definir ângulos de repouso de cortes e aterros, de forma compatível com os materiais / solos existentes;</li> <li>✓ Definir áreas para bota-fora e armazenamento temporário, considerando os requisitos legais, com margem de segurança para potenciais diferenças entre volumes calculados e reais.</li> </ul>
<b>Diretor de Contrato</b>	<p>Assegurar os recursos humanos, financeiros, materiais e infra-estrutura necessários para implementar esta sistemática.</p>
<b>Gerente de Produção</b>	<p>Apoiar e atuar como facilitador desta sistemática em suas áreas de competência;</p> <p>Conhecer, cumprir e fazer cumprir, com apoio da área de SSTMA, as legislações pertinentes relativas a áreas degradadas;</p> <p>Promover, com o apoio de SSTMA, o uso das áreas buscando facilitar a recuperação futura;</p> <p>Realizar, com apoio de SSTMA, os processos de recuperação das áreas degradadas;</p>

<p><b>Gestores de SSTMA</b></p>	<p>Identificar, disponibilizar e apoiar o atendimento da legislação pertinente à recuperação de áreas degradadas;</p> <p>Definir, com apoio da engenharia, os tratamentos das áreas degradadas, em função dos requisitos legais aplicáveis, de suas peculiaridades e utilização posterior;</p> <p>Celebrar por iniciativa voluntária do Empreendimento ou por condicionantes / convênios com Instituições de Ensino / Pesquisa para acesso a tecnologia aplicável ao processo de recuperação de áreas degradadas;</p> <p>Conduzir, em conjunto com a Produção, o monitoramento / medição da eficácia e eficiência das ações de recuperação, restauração ou remediação de áreas degradadas.</p>
<p><b>Administração Contratual / Comercial</b></p>	<p>Apoiar e atuar como facilitador desta sistemática em sua área de competência, com exigência do atendimento aos requisitos legais aplicáveis a contratação de serviços de recuperação de áreas degradadas.</p>
<p><b>SAE – Santo Antônio Energia</b></p>	<p>Planejamento e implementação dos Programas de Resgate de fauna e flora na área do canteiro.</p> <p>Assumir o acompanhamento e a manutenção das áreas recuperadas depois de recebidas do CSAC.</p>

## 7. METODOLOGIA APLICADA

A metodologia proposta para a recuperação das áreas degradadas no canteiro de obras da UHE Santo Antônio baseia-se nas etapas apresentadas na tabela 3, podendo ser separadas em quatro grupos:

- ✓ etapas de diagnóstico, onde são identificadas as parcelas do canteiro de obras que sofrerão intervenções e caracterizadas as condições ambientais naturais, anteriores as intervenções;
- ✓ etapas relacionadas aos processos de implantação das estruturas e desenvolvimento das atividades durante a obra. Estas etapas apresentam um conteúdo preventivo, conduzidas para definição de ações que mitiguem ou até evitem a ocorrência de impactos ambientais nos processos;
- ✓ etapas relacionadas a recuperação das áreas degradadas, com definição de técnicas envolvendo de forma integrada práticas mecânicas, práticas vegetativas e práticas edáficas;
- ✓ etapas relacionadas a manutenção da área em processo de recuperação. Etapa necessária para garantir o sucesso no processo de recuperação, com a estabilidade da área recuperada e o início do processo de sucessão natural da vegetação.

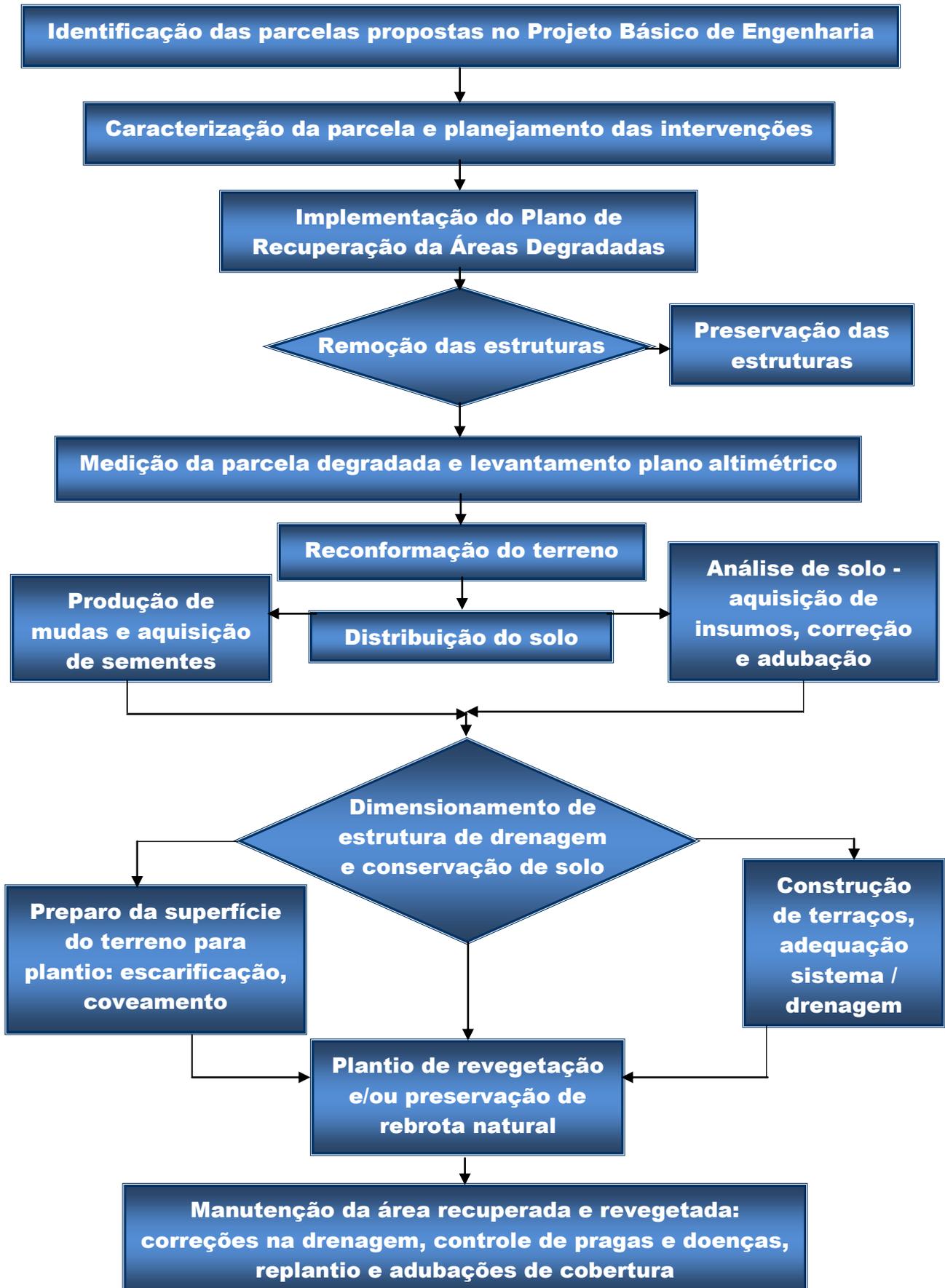
O EIA – RIMA do empreendimento descreve o meio natural da região onde se localiza o empreendimento, apresentando dados do clima, geomorfologia, tipos e usos do solo, hidrologia, fauna, flora, entre outros.

As informações contidas no EIA – RIMA consideradas neste documento, foram tratadas de forma mais específica, traduzidas pela caracterização individual das parcelas onde serão implantadas as estruturas provisórias do canteiro de obras, objeto do PRAD – Plano de Recuperação de Áreas Degradadas.

**Tabela 3. Etapas do processo de Recuperação de Áreas Degradadas**

ETAPAS DO PROCESSO	DESCRIÇÃO DAS AÇÕES
1. Identificação das parcelas do canteiro e planejamento das intervenções	De acordo com o Projeto Básico de Engenharia identificar as parcelas definindo: <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ localização;</li> <li>✓ tipo de uso proposto nas obras, e;</li> <li>✓ as ações mitigatórias, com objetivo de reduzir a área total degradada e o nível de degradação</li> </ul>
2. Caracterização da parcela	Evidenciar as condições anteriores as intervenções: <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ fitofisionomia;</li> <li>✓ tipo de solo com espessura do solo vegetal;</li> <li>✓ relevo;</li> <li>✓ fauna, e,</li> <li>✓ tipo de uso futuro proposto;</li> </ul>
3. Supressão da vegetação	Adotar procedimentos para corte, remoção e aproveitamento do material lenhoso gerado
4. Decapeamento / acondicionamento do solo vegetal	Acondicionar o solo vegetal removido das áreas, buscando a estabilidade física e biótica das pilhas, garantia da sua disponibilidade e qualidade para utilização na recuperação das parcelas degradadas
5. Reconformação do terreno	Buscar harmonia com a linha de relevo entorno, suavização de taludes e distribuição de camada de solo vegetal na superfície
6. Levantamento topográfico	Determinar a parcela real degradada a partir da inicial proposta no Projeto Básico de Engenharia e levantamento plano altimétrico
7. Adoção de técnicas integradas para recuperação das áreas degradadas	Adotar técnicas integradas na recuperação das parcelas degradadas com base nas seguintes práticas: <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ práticas mecânicas,</li> <li>✓ práticas edáficas, e,</li> <li>✓ práticas vegetativas</li> </ul>
8. Revegetação com uso de forrageiras e espécies arbóreas e arbustivas nativas	Revegetação da parcela degradada com objetivo de acelerar a cobertura do solo e melhorar as condições físico-químicas e biológicas para estabilização e início do processo de sucessão natural
9. Adequação das condições químicas e físicas do substrato para estabelecimento da vegetação	Adequar condições físicas e químicas do solo através de: <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ escarificação,</li> <li>✓ irrigação,</li> <li>✓ adubação, e,</li> <li>✓ calagem</li> </ul>
10. Manutenção das áreas em processo de recuperação	Realizar inspeções nas áreas em processo de recuperação e identificar correções necessárias: <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ sistema de drenagem e conservação de solos;</li> <li>✓ adubações de cobertura até estabelecimento da vegetação;</li> <li>✓ controle de insetos e pragas mediante avaliação do nível de danos na vegetação;</li> <li>✓ roçada de coroamento das covas, e,</li> <li>✓ replantio quando necessário.</li> </ul>

8. FLUXOGRAMA ILUSTRATIVO DO PRAD – Plano de Recuperação de Áreas Degradadas



## 9. IDENTIFICAÇÃO DAS PARCELAS DEGRADADAS

No Projeto Básico de Engenharia são mapeadas as áreas do canteiro de obras que sofrerão as intervenções necessárias a implantação das estruturas provisórias e definitivas do empreendimento. A partir destes dados foram selecionadas as parcelas objeto do PRAD - Plano de Recuperação de áreas Degradadas, envolvendo basicamente as áreas onde estão localizadas as estruturas provisórias instaladas na área do canteiro de obras e as utilizadas como jazidas e bota foras.

Os limites das parcelas poderão ser alterados no transcurso da obra, baseado na identificação de melhores alternativas em função do refinamento do balanço de materiais e da logística construtiva.

Dentro do conceito de prevenção, o CSAC – Consórcio Santo Antônio Civil desenvolve suas atividades considerando a incorporação de ações que visem à redução ou mitigação de impactos ambientais.

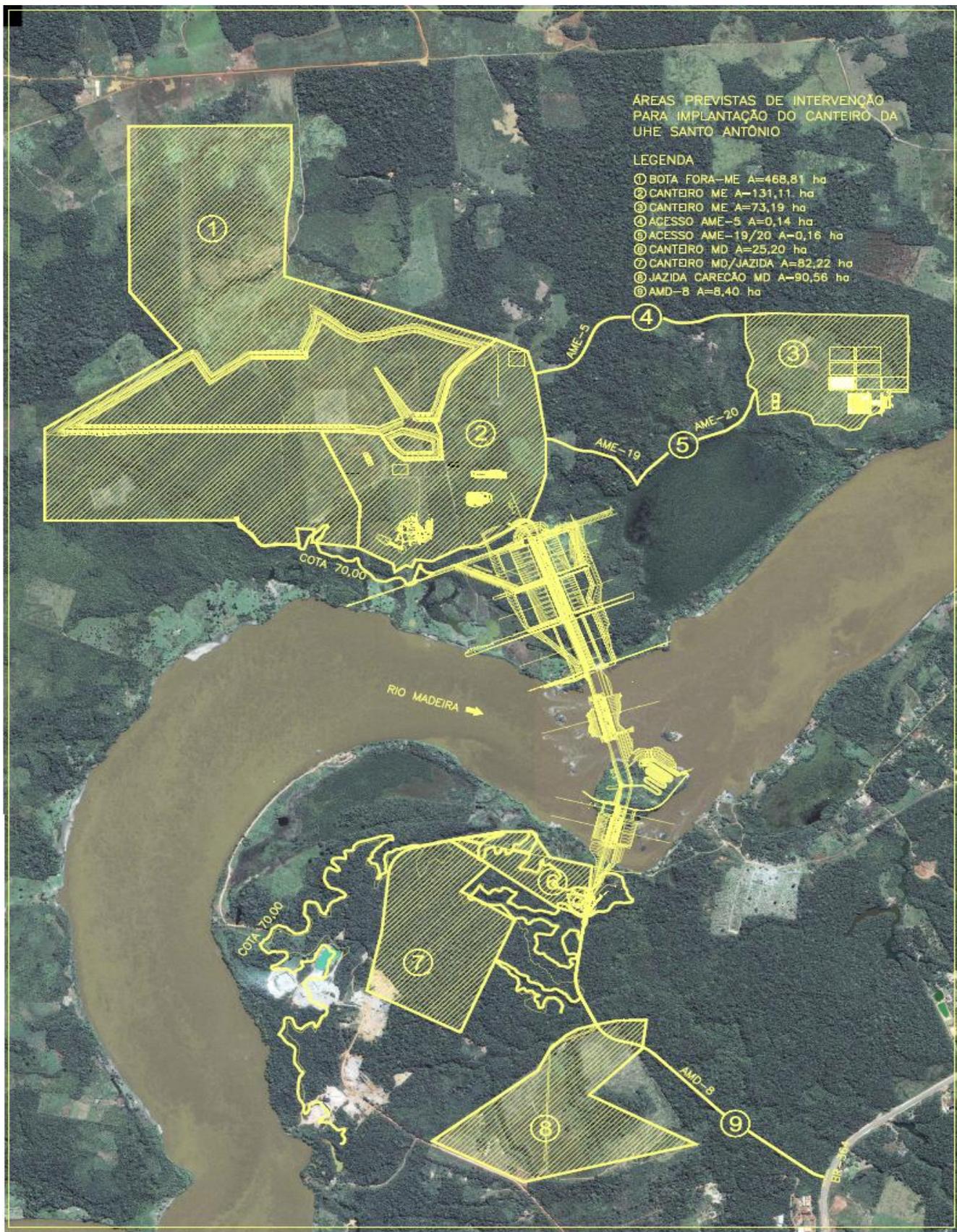
As ações de prevenção ambiental apresentadas no **PI CSAC 01 – Programa Integrado de SSTMA** adota critérios ambiental tais como:

- ✓ redução / eliminação de áreas afetadas durante a construção do Empreendimento;
- ✓ priorização do uso de áreas já antropizadas / impactadas, áreas do futuro reservatório, reduzindo a interferência em áreas com melhor grau de qualidade ambiental;
- ✓ execução de avaliações ambientais preliminares buscando registrar a situação inicial das áreas anteriores as intervenções relacionadas a obra, com intuito de identificar / atualizar possíveis passivos ambientais pré-existentes ao Empreendimento, nos termos do **PI CSAC 16 – Identificação e Avaliação de Aspectos e Impactos Ambientais**;
- ✓ controle dos aspectos ambientais significativos relacionados aos processos erosivos e ao assoreamento de redes e / ou corpos de água conforme sistemáticas do procedimento **PI CSAC 24 – Movimentação de Terra – Corte e Aterro**;
- ✓ identificação e avaliação dos aspectos e impactos ambientais relacionados as intervenções da obra, e definição do controle dos aspectos ambientais significativos conforme sistemática do **PI CSAC 16 – Identificação e Avaliação de Aspectos e Impactos Ambientais**;
- ✓ atendimento da legislação aplicável, considerando o histograma de implantação e de desmobilização da obra, conforme **PI CSAC 04 - Requisitos Legais e Outros Requisitos**.
- ✓ obtenção de aprovação prévia legal e / ou com o cliente necessária para a recuperação das áreas. Licenças ou autorizações necessárias para implementar ações de remediação.

**Tabela 4. Identificação das áreas degradadas decorrentes da implantação do canteiro**

IDENTIFICAÇÃO DAS ÁREAS	ATIVIDADES	ÁREA TOTAL PREVISTA / ha
1- BOTA FORA ME	✓ Bota fora e bota espera de solo e rocha	448,86
	✓ Aterro sanitário	11,27
	✓ Paio de explosivos	8,68
2- CANTEIRO ME 1	✓ Canteiro pioneiro	131,11
	✓ Centrais de concreto e Britagem	
	✓ Laboratório de Concreto	
	✓ Estoque de Rocha	
	✓ Posto de Combustíveis	
	✓ Centrais: Armação, Carpintaria, Pré Moldado	
	✓ Ambulatório Médico	
	✓ Oficina Mecânica: Manut./ Lavag. e Lubrifi.	
	✓ Almox., Central Industrial e Hidráulica	
	✓ Refeitório	
3- CANTEIRO ME 2	✓ ETA's	73,19
	✓ Escritórios : Cliente e administrativo	
	✓ Ambulatório Médico	
	✓ Cozinha, refeit., alojamento, áreas de lazer	
	✓ ETE	
	✓ ETA	
	✓ Estoque de solo vegetal	
✓ Viveiro de produção de mudas		
4- ACESSO PROVISÓRIO	✓ AME 05	0,14
5- ACESSO PROVISÓRIO	✓ AME 19/20	0,16
<b>ÁREA TOTAL ME</b>		<b>673,41</b>
6- CANTEIRO MD	✓ Refeitório	25,20
	✓ ETA	
	✓ Ambulatório	
	✓ Posto de Abastecimento de Combustíveis	
7- CANTEIRO MD / JAZIDA	✓ Almoarifado	82,22
	✓ Centrais: Carpintaria, Armação e Pré Moldado	
	✓ Jazida MD 04	
	✓ Paio de Explosivos	
8- JAZIDA DO CARECÃO	✓ Jazida de Solo	90,56
	✓ Pátio da Montagem Eletromecânica	
	✓ ETE	
	✓ Aterro Sanitário	
9- ACESSO DEFINITIVO	✓ Acesso AMD 08	8,40
<b>ÁREA TOTAL MD</b>		<b>206,38</b>
<b>ÁREA TOTAL PREVISTA: MD + ME</b>		<b>879,79</b>

**Figura nº 1.** Imagem com as poligonais identificadas na Tabela nº 4 antes de realizadas às intervenções, com a cobertura vegetal anterior a instalação do canteiro



## 10. CARACTERIZAÇÃO DAS PARCELAS DEGRADADAS

A caracterização das parcelas identificadas na Tabela nº 4 , realizada antes de quaisquer intervenções relacionadas a obra, busca retratar as condições ambientais básicas anteriores a implantação do canteiro. Este registro identifica eventuais passivos ambientais, e fornece os dados para planejamento das intervenções necessárias ao preparo da área e desenvolvimento das atividades previstas, permitindo a adoção de critérios técnicos para mitigar, controlar e até evitar impactos ambientais decorrentes.

Condições ambientais analisadas:

- ✓ relevo;
- ✓ fitofisionomia;
- ✓ aspectos da fauna;
- ✓ solo;
- ✓ proposta de uso futuro da parcela após a desmobilização.

### 10.1. RELEVO

A poligonal da área onde esta inserida o canteiro de apoio, localizado nas margens direita e esquerda do rio Madeira, apresenta, quase na totalidade, topografia plana a suavemente ondulada, com pequenas elevações isoladas e uma quebra da linha de relevo na área marginal ao rio. O terreno extremamente plano, a intensidade de chuvas na região e a pequena diferença de nível do terreno para as cotas de cheias do rio, favorecem o acúmulo de água nas mais suaves depressões, atribuídas ao afloramento do freático ou pela drenagem lenta do terreno. Estas condições demandaram, para instalação das estruturas provisórias de canteiro, a regularização e elevação da superfície do terreno com aterros.

A linha de relevo estável na região determinou a geometria dos bota foras, direcionada para reduzir a alteração brusca da linha de relevo do aterro do bota fora com a área entorno, determinando a redução da elevação da cota do bota fora e o crescimento horizontal da área de acomodação do material.

### 10.2. FITOFISIONOMIA

Com objetivo de mitigar os impactos ambientais relacionados ao processo de supressão vegetal, na seleção das áreas de intervenção para implantação das unidades de apoio às obras do AHE Santo Antônio, priorizaram-se áreas que apresentavam alterações antrópicas pretéritas ou com vegetação em regeneração. Ainda assim, parte de alguns remanescentes florestais será atingido, como demonstrado abaixo.

Os diferentes tipos de cobertura vegetal predominantes na área do canteiro podem ser agrupados conforme apresentado na Tabela nº 5.

**Tabela 5. Tipologia vegetal das áreas degradadas pela implantação do canteiro**

TIPO DE VEGETAÇÃO (Ocorrência na área do canteiro)	VOLUME E APROVEITAMENTO DO MATERIAL LENHOSO
<p><b>FoAA</b> - Floresta ombrófila aberta alterada</p> <p><b>Fo AS</b> - Floresta ombrófila aberta secundária</p> <p><b>FpB</b> - Floresta pioneira arbórea</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Vegetação densa, volume elevado de material lenhoso gerado na supressão vegetal.</li> <li>✓ Possibilidade de aproveitamento econômico da madeira (lenha e toras).</li> <li>✓ Material remanescente, após remoção da madeira aproveitável, composto de galhadas e folhas, a ser removido e incorporado as pilhas de solo vegetal</li> </ul>
<p><b>Fp A</b> - Floresta pioneira arbustiva</p> <p><b>Bm</b> - Bosque misto- vegetação antrópica</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Vegetação pouco adensada, volume médio de material lenhoso gerado na supressão vegetal.</li> <li>✓ Possibilidade de aproveitamento econômico da madeira (lenha e toras).</li> <li>✓ Material remanescente, após remoção da madeira aproveitável, composto de galhadas e folhas, removido e incorporado as pilhas de solo vegetal</li> </ul>
<p><b>P</b> - Veg. herbácea ou herbácea arbustiva</p> <p><b>Outros</b> - Áreas não vegetadas</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Vegetação herbácea, pequeno volume de material lenhoso gerado na supressão vegetal;</li> <li>✓ Sem aproveitamento econômico previsto para o material lenhoso gerado na supressão vegetal;</li> <li>✓ Incorporação do material gerado na supressão vegetal nas leiras de solo vegetal</li> </ul>

✓ **Floresta ombrófila aberta alterada- FoAA**

Esta categoria de vegetação inclui todas as formações florestais classificadas pelo Projeto RADAMBRASIL (BRASIL, 1.982), IBGE (2004) e FURNAS (2005) como “Floresta Ombrófila Aberta” ou de contato com a “Savana”, nas quais houve alterações antrópicas pretéritas, como principalmente a extração seletiva de madeira. Estas matas também apresentam trechos relativamente bem preservados, porém predominam áreas com sinais típicos de extração seletiva de madeira, podendo ocorrer clareiras com infestação de cipós.

✓ **Floresta ombrófila aberta secundária- FoAS**

Esta categoria engloba as áreas com cobertura vegetal de porte arbóreo baixo, proveniente da regeneração natural de áreas alteradas antropicamente no passado e que foram abandonadas posteriormente, propiciando a regeneração de uma vegetação secundária. Nas áreas onde houve a supressão da vegetação nativa original, constituída pela “Floresta Ombrófila Aberta”, para a implantação de cultivos agrícolas e de espécies arbóreas de consumo tradicional (cupuaçu, açaí, fruta-pão, mangueira, seringueira etc.), e posteriormente ocorreu seu abandono, conseqüentemente houve o início do processo de regeneração da vegetação nativa, atualmente

ainda em curso, sendo estas formações classificadas como “Floresta ombrófila aberta secundária”.

Sua fisionomia é florestal baixa com a ocorrência de grande quantidade de espécies heliófitas, espécies típicas dos estágios iniciais da sucessão secundária, e os exemplares que constituíam os cultivos tradicionais, inclusive com a ocorrência de espécies exóticas. Há pouca incidência de epífitas, porém pode ocorrer infestação de cipós sobre as copas das árvores.

✓ **Formações pioneiras arbóreas- FpB**

Em alguns trechos da área de intervenção, em ambas as margens do rio Madeira, ocorrem formações pioneiras com porte arbóreo. Estas formações se desenvolvem em áreas deprimidas freqüentemente inundadas e com solos pobres, o que proporciona a esta vegetação uma aparência atrofiada. Sua fisionomia é florestal baixa e alta densidade de indivíduos arbóreos, com altura no entorno de 5 metros. Há predomínio de poucas espécies adaptadas a estas condições, como a palmeira-jauari (*Astronium jauari*), arapari (*Parkia nítida*). Nas bordas deste tipo de vegetação, nas áreas mais secas e que antecedem a transição com as matas dos terrenos secos, ocorrem seringueira (*Hevea brasiliensis*) e a palmeira-bacaba (*Oenocarpus bacaba*).

✓ **Formações pioneiras arbustivas- FpA**

Nas mesmas áreas deprimidas descritas na categoria anterior, podem ocorrer formações pioneiras com porte arbustivo. Este tipo de vegetação provavelmente se desenvolve em solos ainda mais pobres.

✓ **Vegetação antrópica – Bm (bosque misto)**

No entorno das instalações das fazendas, chácaras e sítios, ou nos locais com alguma ocupação humana, ocorre uma vegetação antrópica classificada como bosque misto. Esta vegetação é constituída por espécies e funções diversas, de origem nativa ou exótica, utilizada como simples arborização ornamental ou fornecimento de frutos.

✓ **Vegetação herbácea e herbácea-arbustiva – P (pastagem / áreas sem uso específico / cultivo agrícola)**

Esta categoria inclui as áreas onde a vegetação nativa foi suprimida para a implantação principalmente de pastagens extensivas, além de cultivos agrícolas, áreas sem uso específico e ocupações humanas ribeirinhas. Há predomínio de espécies exóticas que constituem as pastagens, como espécies do gênero brachiária, sapé (*Imperata brasiliensis*), além de arbustos ruderais e árvores isoladas ou em agrupamentos.

**Tabela 6. Caracterização da tipologia vegetal por área identificada no quadro nº 4, conforme Relatório da JGP Consultoria e Participações, 2008**

Área	Descrição	Área (ha)	Tipologia vegetal (ha)							
			FoAA	FoAS	FpB	FpA	Bm	P	Outros	
ME – Margem Esquerda	1	Bota fora /solo e rocha	448,86	16,36	189,54	x	x	x	222,31	20,65
		Aterro sanitário	11,27	x	x	x	x	x	11,27	x
		Paiol de explosivos	8,68	x	x	x	x	x	8,68	x
	2	Canteiro ME 1	131,11	9,50	10,82	x	x	x	109,09	1,70
	3	Canteiro ME 2	73,19	12,36	9,20	x	x	x	50,19	1,44
	4	Acesso AME 5	0,14	0,10	x	x	x	x	0,04	x
5	Acesso AME 19/20	0,16	0,14	x	x	x	x	0,02	x	
<b>Total ME (ha)</b>		<b>673,41</b>	<b>38,46</b>	<b>209,56</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>401,60</b>	<b>23,79</b>	
MD – Margem Direita	6	Canteiro MD: plant, refeitório, ETA	25,20	x	20,40	x	x	4,80	x	x
	7	Canteiro MD / Jazida MD O4 - centrais	82,22	82,22	x	x	x	x	x	x
	8	Jazida do carecão	90,56	x	5,00	x	x	x	85,56	x
	9	Acesso AMD 08	8,40	8,40	x	x	x	x	x	x
<b>Total MD (ha)</b>		<b>206,38</b>	<b>90,62</b>	<b>25,40</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>4,80</b>	<b>85,56</b>	<b>x</b>	
<b>Área Total : MD+ME (ha)</b>		<b>879,79</b>	<b>129,08</b>	<b>234,96</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>4,80</b>	<b>487,16</b>	<b>23,79</b>	

- ✓ Floresta ombrófila aberta alterada- **FoAA**
- ✓ Floresta ombrófila aberta secundária- **FoAS**
- ✓ Formações pioneiras arbóreas- **FpB**
- ✓ Formações pioneiras arbustivas- **FpA**
- ✓ Vegetação antrópica – **Bm ( bosque misto)**
- ✓ Vegetação herbácea e herbácea-arbustiva – **P (pastagem / áreas sem uso específico / cultivo agrícola)**

**Figura nº 2.** 16/10/2008 - Vegetação predominante na área do Canteiro ME 1 (canteiro pioneiro, centrais de britagem, concreto, armação, carpintaria, oficinas, almoxarifado).  
P – Vegetação herbácea e herbácea arbustiva,)



**Figura nº 3.** 16/10/2008 - Vegetação marginal ao acesso Monte Cristo, já existente, localizado na ME.

FoAS – Floresta ombrófila aberta secundária



**Figura nº 4.** 16/10/2008 - Área florestada no canteiro margem direita, cortada pelo acesso definitivo AMD 08.

Fitofisionomia FoAA – Floresta ombrófila alterada aberta.



**Figura nº 5.** 16/10/2008 - Vegetação existente nas margens do acesso AMD 07.

Fitofisionomia FoAA – Floresta ombrófila alterada aberta.



### 10.3. SOLO

O solo na área do canteiro apresenta fertilidade variável, predominando os solos ácidos e pobres em nutrientes com espessura média de 30 cm.

Nas áreas florestadas, a camada orgânica formada pelos restos vegetais acumulados na superfície cria a falsa impressão de um aumento de espessura do solo.

A vegetação da região retrata bem o efeito conjunto do solo e clima na vegetação nativa, sendo que quanto mais vigorosa e exuberante for a mata, maior é o nível de fertilidade do solo que a sustenta.

Nas margens do rio ocorre o solo aluvial, formado pelo acúmulo de sedimentos trazidos nas cheias do rio Madeira. Estes solos são de textura arenosa, instáveis, apresentam níveis de fertilidade que permitem o seu uso em cultivos sazonais de culturas de subsistência, explorados pela população ribeirinha.

Nas intervenções realizadas para instalação das estruturas do canteiro, são previstos limpeza e regularização do terreno, iniciado pela supressão vegetal seguido da remoção e estocagem do horizonte superficial do solo.

No processo de recuperação das áreas degradadas, após a reconformação do terreno, será devolvida a camada do solo vegetal removido e disposto nos estoques A, B, C, D e F, conforme Tabela 7. O material lançado comporá o horizonte superficial ou horizonte orgânico, importante no processo de formação da cobertura vegetal.

A caracterização do solo orgânico foi realizada a partir de amostras coletadas nas pilhas de solo vegetal estocadas no canteiro, conforme apresentado na Tabela 7.

**Tabela 7. Estoques de Solo Vegetal (Desenho CO-GL-20-009R3, em anexo)**

Identificação e Localização dos Estoques de Solo Vegetal	Volume de solo vegetal estocado - m <sup>3</sup>
(A) Estoque da jazida de solo do “Careção” – MD	45.800,21 m <sup>3</sup>
(B) Estoque da jazida JT 04 - MD	10.000,00 m <sup>3</sup>
<b>Total de Estoque de Solo Vegetal : MD</b>	<b>55.800,21 m<sup>3</sup></b>
(C) Estoque / solo vegetal próximo a ETA de 20 – ME	199.926,75 m <sup>3</sup>
(D) Estoque próximo ao pátio da carpintaria - ME	220.608,72 m <sup>3</sup>
(E) Estoque próximo ao alojamento - ME	20.312,11 m <sup>3</sup>
(F) Estoque do solo removido do igapó - ME	1.295.000,00 m <sup>3</sup>
<b>Total de Estoque de Solo Vegetal : ME</b>	<b>1.735.847,58 m<sup>3</sup></b>
<b>Total de Estoque de Solo Vegetal : MD + ME</b>	<b>1.791.647,79 m<sup>3</sup></b>

O resultado das análises de solo coletadas nos estoques A, B, C, D e F, a partir dos parâmetros físico-químicos selecionados, permitirão orientar o uso de corretivos e/ou adubação, com objetivo de promover o estabelecimento das espécies utilizadas no processo de revegetação.

**Tabela 8. Identificação das amostras de solo coletadas para análise laboratorial**

Identificação das Amostras	Localização dos Estoques de Solo Vegetal
A/1, A/2, A/3	Jazida de solo do “Careção” – Margem direita
B/1, B/2, B/3	JT 04 - Margem direita
C/01, C/02, C/03	Próximo a ETA de 20 m <sup>3</sup> /h – Margem Esquerda
D/01, D/02, D/03	Próximo ao pátio da carpintaria - Margem Esquerda
E/01, E/02, E/03	Próximo ao alojamento - Margem Esquerda
F/01, F/02, F/03, F/04, F/05	Estoque de solo do igapó - Margem Esquerda

**Tabela 9. Análise Física - Química de Solo - Estoques de Solo Vegetal**  
(Coletada as amostras em 4/10/2010)

Resultado das análises de solo															
Identifi. Amostra	Química												Física		
	Ph H2O	Ph CaCl2	P	K	K	Ca+ Mg	Ca	Mg	Al	H	H+Al	MO	Areia	Silte	Argila
			mg/dm3			C molc/cm3								g/dm3	g/Kg
<b>(A) 1</b>	4,40	3,60	1,80	82,0	0,21	0,50	0,35	0,15	2,94	6,19	9,13	20,0	322,0	104,0	574,0
<b>(A) 2</b>	4,40	3,60	1,10	60,0	0,15	0,53	0,39	0,14	3,75	5,50	9,25	22,0	322,0	104,0	574,0
<b>(A) 3</b>	4,40	3,60	1,10	72,0	0,18	0,52	0,38	0,14	3,25	5,50	8,75	20,0	292,0	104,0	604,0
<b>(B) 1</b>	4,50	3,70	1,90	40,0	0,10	0,49	0,39	0,10	1,88	3,37	5,25	16,0	292,0	104,0	604,0
<b>(B) 2</b>	4,50	3,80	1,30	54,0	0,14	0,56	0,42	0,14	1,38	4,25	5,63	16,0	322,0	104,0	574,0
<b>(B) 3</b>	4,60	3,80	1,60	44,0	0,11	0,51	0,40	0,11	1,25	3,88	5,13	18,0	292,0	104,0	604,0
<b>(C) 1</b>	4,60	3,80	31,2	56,0	0,14	0,69	0,53	0,16	2,25	6,38	8,63	26,0	399,0	88,0	513,0
<b>(C) 2</b>	4,60	3,80	1,60	38,0	0,10	0,59	0,47	0,12	2,19	8,69	10,88	41,0	415,0	102,0	483,0
<b>(C) 3</b>	4,80	4,00	1,20	102,0	0,26	0,92	0,69	0,23	0,94	7,19	8,13	37,0	322,0	104,0	574,0
<b>(D) 1</b>	4,90	4,10	2,70	110,0	0,28	2,40	1,94	0,46	1,06	9,57	10,63	49,0	230,0	106,0	664,0
<b>(D) 2</b>	4,50	3,70	1,40	44,0	0,11	0,62	0,44	0,18	2,25	9,25	11,50	39,0	292,0	104,0	604,0
<b>(D) 3</b>	4,90	4,10	3,40	72,0	0,18	0,71	0,51	0,20	1,00	7,13	8,13	37,0	261,0	105,0	634,0
<b>(E) 1</b>	4,70	3,90	1,00	18,0	0,05	0,78	0,41	0,37	1,50	6,13	7,63	20,0	353,0	103,0	544,0
<b>(E) 2</b>	4,70	3,90	1,00	48,0	0,12	0,64	0,48	0,16	1,56	7,32	8,88	27,0	353,0	103,0	544,0
<b>(E) 3</b>	4,70	3,90	0,60	20,0	0,05	0,56	0,39	0,17	1,88	6,75	8,63	22,0	353,0	103,0	544,0
<b>(F) 1</b>	4,40	3,60	8,40	30,0	0,08	2,43	0,82	0,61	3,25	7,13	10,38	55,0	230,0	151,0	619,0
<b>(F) 2</b>	4,30	3,50	14,10	22,0	0,06	1,15	1,22	0,93	4,13	13,75	17,88	82,0	230,0	166,0	604,0
<b>(F) 3</b>	4,20	3,40	3,90	28,0	0,07	1,07	0,36	0,71	4,06	11,94	16,00	92,0	446,0	176,0	378,0
<b>(F) 4</b>	4,10	3,30	4,00	14,0	0,04	0,82	0,39	0,43	4,25	13,25	17,50	91,0	538,0	175,0	217,0
<b>(F) 5</b>	4,20	3,40	6,70	28,0	0,07	2,07	1,48	0,59	3,44	11,56	15,00	92,0	507,0	176,0	317,0

**Tabela 10. Resultados Complementares das Análises de Solo - Estoques de Solo Vegetal**  
(Coletada as amostras em 4/10/2010)

Resultados Complementares (Calculados)													
Identifi. Amostra	S (soma bases)	T (CTC, pH 07)	V (Sat. Bases)	Saturação por elemento (%)					Al (C.ef)	Relação			
	C mol c/dm3		%	K	Ca	Mg	H	Al	%	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	Ca+Mg/K
(A) 1	0,70	9,80	7,20	2,10	3,60	1,50	62,90	29,90	80,50	2,30	1,70	0,70	2,40
(A) 2	0,70	9,90	6,80	1,50	3,90	1,40	55,40	37,80	84,70	2,80	2,60	0,90	3,50
(A) 3	0,70	9,50	7,40	1,90	4,00	1,50	58,20	34,40	82,30	2,70	2,10	0,80	2,90
(B) 1	0,60	5,80	10,10	1,70	6,70	1,70	57,70	32,20	76,10	3,90	3,90	1,00	4,90
(B) 2	0,70	6,30	11,10	2,20	6,70	2,20	67,10	21,80	66,30	3,00	3,00	1,00	4,00
(B) 3	0,60	5,80	10,80	1,90	7,00	1,90	67,50	21,70	66,80	3,60	3,60	1,00	4,60
(C) 1	0,80	9,50	8,80	1,50	5,60	1,70	67,40	23,80	73,10	3,30	3,80	1,00	4,90
(C) 2	0,70	11,60	6,00	0,90	4,10	1,00	75,10	18,90	76,00	3,90	4,70	1,20	5,90
(C) 3	1,20	9,30	12,70	2,80	7,40	2,50	77,20	10,10	44,30	3,00	2,70	0,90	3,50
(D) 1	2,70	13,30	20,10	2,10	14,50	3,50	71,90	8,00	28,30	4,20	6,90	1,60	8,60
(D) 2	0,70	12,20	6,00	0,90	3,60	1,50	75,60	18,40	75,50	2,40	4,00	1,60	5,60
(D) 3	0,90	9,00	9,90	2,00	5,70	2,20	79,00	11,10	52,90	2,60	2,80	1,00	3,90
(E) 1	0,80	8,50	9,80	0,60	4,80	4,40	72,50	17,70	64,40	1,10	8,20	7,40	15,60
(E) 2	0,80	9,60	7,90	1,20	5,00	1,70	75,90	16,20	67,20	3,00	4,00	1,30	5,30
(E) 3	0,60	9,20	6,60	0,50	4,30	1,80	73,10	20,30	75,50	2,30	7,80	3,40	11,20
(F) 1	1,50	11,90	12,70	0,70	6,90	5,10	60,00	27,30	68,30	1,30	10,30	7,60	17,90
(F) 2	2,20	20,10	11,00	0,30	6,10	4,60	68,40	20,60	65,10	1,30	20,30	15,50	35,80
(F) 3	1,10	17,10	6,70	0,40	2,20	4,10	69,60	23,70	78,10	0,50	5,10	10,10	15,30
(F) 4	0,90	16,40	4,70	0,20	2,20	2,30	72,20	23,10	83,20	0,90	9,80	10,80	20,50
(F) 5	2,10	17,10	12,50	0,40	8,70	3,40	67,40	20,10	61,60	2,50	21,10	8,40	29,60

mg / dm3 = mg / kg = PPM

g / dm3 = g / kg (/10) = %

Cmolc / dm3 = meq / 100 ml

**Tabela 11. Resultados das Análises de Micronutrientes - Estoques de Solo Vegetal**  
(Coletada as amostras em 4/10/2010)

Resultado das Análises de Micronutrientes						
Identifi. Amostra	Zn mg/ dm3	Cu mg/ dm3	Fe mg/ dm3	Mn mg/ dm3	B mg/ dm3	S mg/ dm3
(A) 1	1,50	0,30	193,00	3,40	0,36	27,10
(A) 2	1,00	0,40	190,00	2,30	0,35	26,70
(A) 3	1,20	0,40	194,00	2,20	0,37	26,90
(B) 1	1,20	0,30	161,00	1,60	0,36	16,20
(B) 2	1,80	0,30	166,00	2,20	0,33	19,40
(B) 3	9,50	0,30	167,00	2,00	0,35	19,80
(C) 1	2,30	1,10	174,00	25,30	0,34	20,50
(C) 2	2,10	0,70	166,00	9,90	0,34	22,70
(C) 3	2,20	1,00	202,00	13,10	0,32	19,20
(D) 1	2,00	0,60	181,00	9,00	0,37	35,20
(D) 2	1,00	0,60	182,00	6,70	0,42	30,30
(D) 3	0,90	0,40	169,00	6,30	0,39	26,90
(E) 1	1,50	1,20	186,00	4,60	0,29	19,00
(E) 2	4,50	2,10	210,00	8,00	0,32	19,20
(E) 3	3,40	1,50	193,00	4,50	0,31	22,50
(F) 1	2,70	2,40	171,00	7,40	0,41	9,70
(F) 2	1,90	2,60	160,00	7,40	0,78	14,90
(F) 3	0,90	1,70	165,00	6,80	0,59	6,00
(F) 4	1,00	1,20	155,00	4,10	0,59	5,20
(F) 5	2,00	0,70	180,00	6,40	0,55	4,00

mg / dm3 = mg / kg = PPM

Extrator utilizado: Zn, Cu, Fe e Mn → H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,025 N + HCL 0,05 N

S → Fosfato de Cálcio

B → HCL 0,05 N (Água quente)

#### 10.4. FAUNA

A supressão vegetal das parcelas do canteiro será acompanhada por equipe responsável pelo resgate de fauna e flora, respeitando os critérios estabelecidos no PBA – Projeto Básico Ambiental como:

- ✓ efetuar a caracterização de corredores ecológicos nas áreas de influência direta e indireta do Canteiro;
- ✓ adotar ações de resgate de germoplasma nas áreas a serem desmatadas ou inundadas;
- ✓ promover uma avaliação da interferência do Canteiro na fauna local, considerando a identificação, mapeamento de habitat, territorialidade, biologia reprodutiva, espécies que migram através da área ou a utilizam para procriação, áreas de dessedentação, alimentação e inventário de espécies, focando aquelas ameaçadas de extinção, se o caso;
- ✓ definir coordenadas dos pontos de localização de áreas com potencial para a realocação da fauna a ser resgatada, por ocasião das intervenções nas áreas do canteiro;
- ✓ definir e implementar ações de resgate de fauna durante as intervenções na área do canteiro;
- ✓ celebrar, por iniciativa voluntária do Contrato ou por condicionantes / exigências de Licenças Ambientais, acordos / convênios com Instituições de Ensino / Pesquisa para aproveitamento científico de material botânico e / ou zoológico;

#### 10.5. USO FUTURO DA PARCELA DEGRADADA

O uso futuro da parcela degradada pode ser a reintegração da paisagem local ou a adequação da área a um uso econômico sustentável.

Nas áreas degradadas do canteiro, identificadas na **Tabela nº 4**, o uso futuro considerado, após encerradas as atividades da obra, será a formação próxima a anteriormente existente, direcionando a recuperação para a estabilização da área, com o reafeiçoamento e revegetação, utilizando espécies com aptidões forrageiras em consórcio com espécies arbóreas e arbustivas preferencialmente nativas do bioma local.

O reafeiçoamento busca a conformação do terreno em harmonia com a área entorno, incorporada a conservação de solo e drenagem. A revegetação busca a proteção da superfície do terreno, utilizando espécies apropriadas para cada condição específica, adequadas as áreas planas e declivosas, como taludes de corte e aterro.

A reabilitação de áreas para fins paisagísticos, como áreas ajardinadas na usina, não serão objeto deste plano, sendo tratado em outro documento.

## 11. PLANEJAMENTO DAS INTERVENÇÕES NAS ÁREAS

O planejamento das intervenções assume caráter preventivo no processo de recuperação das áreas degradadas. As ações propostas têm como objetivos principais mitigar e, se possível, evitar impactos ambientais inerentes aos processos de implantação do canteiro e desenvolvimento das atividades relacionadas à obra.

**Tabela 12. Ações propostas para orientar as intervenções nas áreas durante as obras**

ÍTEM	AÇÃO PROPOSTA
<b>Área prevista</b>	Mapear poligonal do canteiro conforme licenças / autorizações: LI- Licença de instalação N° 540 / 2008 e ASV - Autorização de Supressão de Vegetação N° 271 / 2008.
<b>Sub área proposta</b>	Delimitar poligonal da parcela a ser desmatada, restringindo a intervenção ao estritamente necessário.
<b>Avaliação do Relevo</b>	Preservar, sempre que possível, as calhas de drenagem natural existentes; Identificar áreas que não necessitem de grandes movimentações de solo, reduzindo cortes e aterros; Restringir uso de áreas instáveis pelo declive acentuado ou sujeita a alagamento.
<b>Avaliação da Vegetação</b>	Avaliar vegetação no local da intervenção; Preservar vegetação em áreas vulneráveis a processos erosivos; Preservar planta ou grupo de plantas representativas ou de interesse para o local.
<b>Solo</b>	Avaliar tipo e espessura de solo vegetal para orientar o decapeamento e a estocagem segura da camada superficial removida.
<b>Aspectos legais</b>	Restringir o uso de parcelas legalmente protegidas, como APP – Áreas de Preservação Permanente e outras áreas de preservação nos locais onde serão instaladas as estruturas provisórias; Observar limites estabelecidos nas licenças do órgão ambiental
<b>Procedimentos</b>	Elaborar procedimentos para planejar as intervenções e o desenvolvimento das atividades nas parcelas do canteiro visando mitigação dos impactos ambientais inerentes ao processo.
<b>Monitoramento</b>	Elaborar relatórios de inspeção nas áreas para identificar e corrigir eventuais desvios.

### 11.1. DEMARCAÇÃO DAS PARCELAS

A demarcação das parcelas onde serão realizadas as intervenções, realizada pela equipe de topografia, visa restringir as intervenções ao estritamente necessário e identificar APP's – Áreas de Preservação Permanente.

Para demarcação serão utilizadas estacas, fitas zebradas e/ou picadas, de forma a ficar evidente o limite da parcela.

A determinação das interferências com as áreas de preservação permanente (APP) foi baseada no levantamento dos cursos d'água (rios, igarapés, áreas alagadas etc.) apresentados por ocasião do EIA – Estudo de Impactos Ambientais.

A seguir são listados e descritos os critérios utilizados para a delimitação e cálculo das APP's.

- ✓ A APP do rio Madeira foi considerada como sendo uma faixa de 500 m de largura em ambas as margens;
- ✓ As APP's dos demais cursos d'água foram delimitadas como uma faixa marginal de 30 m de largura em cada margem. Foi considerado que nenhum destes rios possui mais que 10 m de largura.
- ✓ As APP's das depressões ou áreas alagáveis foram definidas como toda a superfície envolvida pelo perímetro delimitado por uma linha posicionada a 30 m do limite da depressão. Foi utilizada a distância de 30 m por considerar-se que nestas áreas normalmente não existe um curso d'água perene, mas sim alagados resultantes da dificuldade de escoamento das águas das chuvas;

De acordo com o EIA do AHE Santo Antonio, a área de intervenção para implantação das unidades de apoio não se encontra inserida e não está no entorno de nenhuma unidade de conservação.

### 11.2. SUPRESSÃO VEGETAL

Baseado na Autorização de Supressão de Vegetação Nº 271/2008 – condicionantes para supressão de vegetação na área do canteiro foi elaborado o procedimento **PI CSAC 17 – Supressão vegetal da área do canteiro**, que orienta o corte e remoção do material lenhoso aproveitável e do destino do material remanescente.

A supressão da vegetação nas áreas liberadas é realizada com acompanhamento constante da equipe de resgate de fauna. O processo de derrubada das árvores é realizado com uso de moto serra e trator de lâmina. Primeiramente é realizado o corte seletivo das árvores de maior porte, após a derrubada o corte das toras que são removidas da área de desmate e estocadas. Parte desta madeira é utilizada no próprio canteiro de obras através da produção de peças como

estacas para construção de cercas, pranchas para motores e equipamentos, estacas de topografia, etc.

Após a remoção das toras de madeira destinadas a serraria é realizada a remoção total da vegetação com uso de trator de lâmina, sendo enleirado todo material lenhoso para posterior corte da madeira destinada à produção de lenha.

Nas áreas do canteiro de obras, desmatadas para implantação das estruturas de apoio, o material lenhoso remanescente após remoção da madeira aproveitável, composto basicamente de galhadas e folhas, é removido e disposto no estoque de solo vegetal, compondo o material orgânico a ser utilizado na recuperação dessas áreas.

Nas jazidas localizadas fora da área de inundação, o material lenhoso remanescente, será enleirado juntamente com o solo vegetal, e utilizado na recuperação da parcela degradada, distribuído na superfície do terreno após reconformação da área.

**Figura nº 6.** 16/10/2008 - Picagem dos restos de vegetação com rolo faca. Utilizado para facilitar a carga e transporte e acelerar a decomposição nas pilhas de solo vegetal



### 11.3. DECAPEAMENTO E ESTOCAGEM DO SOLO VEGETAL

Nas áreas utilizadas nas obras para os diversos fins propostos, após a limpeza do terreno, com a supressão vegetal e remoção da madeira aproveitável e do material remanescente, é realizada a remoção do solo orgânico, através de corte e enleiramento com uso de trator de lâmina (Tabela 7) , operação necessária para exposição do horizonte mineral do solo.

A espessura do solo vegetal varia de acordo com a parcela decapeada, apresentando em média 30 cm de espessura.

O solo vegetal removido das parcelas será disposto, de forma orientada, em estoques localizados na área do canteiro, ou, no caso das jazidas, poderá ser disposto em leiras localizadas na área de exploração (**Desenho CO-GL-20-009 R3 , em anexo**).

Nas jazidas de argila e cascalho, após a demarcação da área a ser explorada, será realizada a supressão vegetal seguida do decapeamento do solo vegetal com uso de trator de lâmina. O solo vegetal poderá ser disposto na área da jazida, enleirado em cordões alinhados em nível. Depois de concluída a exploração da jazida a área será reconformada e o solo vegetal distribuído na superfície do terreno.

A forma de estocagem do solo vegetal, em pilhas ou cordões, foi direcionada para garantir a integridade física e biológica do material estocado e a redução das áreas degradadas por estes estoques.

Para preservar a qualidade biológica do solo vegetal estocado é recomendável manter as pilhas aeradas, evitando a compactação pelo trânsito de equipamentos ou por estocagem em pilhas com altura elevada.

Para controle de processos erosivos e melhoria das condições do material estocado, será realizado o plantio para formação de cobertura vegetal provisória, utilizando espécies leguminosas e gramíneas forrageiras.

**Figura nº 7.** 16/10/2008 - Disposição do material orgânico gerado no processo de supressão vegetal nas pilhas de solo vegetal



**Figura nº 8.** 14/10/2010 - Estoque de solo vegetal (F) na margem esquerda, Tabela 7, (material proveniente do decapeamento do igapó)



#### 11.4. MEDIDAS DE CONTROLE AMBIENTAL

Durante a fase de construção da UHE Santo Antônio serão adotadas medidas para mitigação dos impactos ambientais identificados na fase de planejamento das atividades desenvolvidas no canteiro de obras.

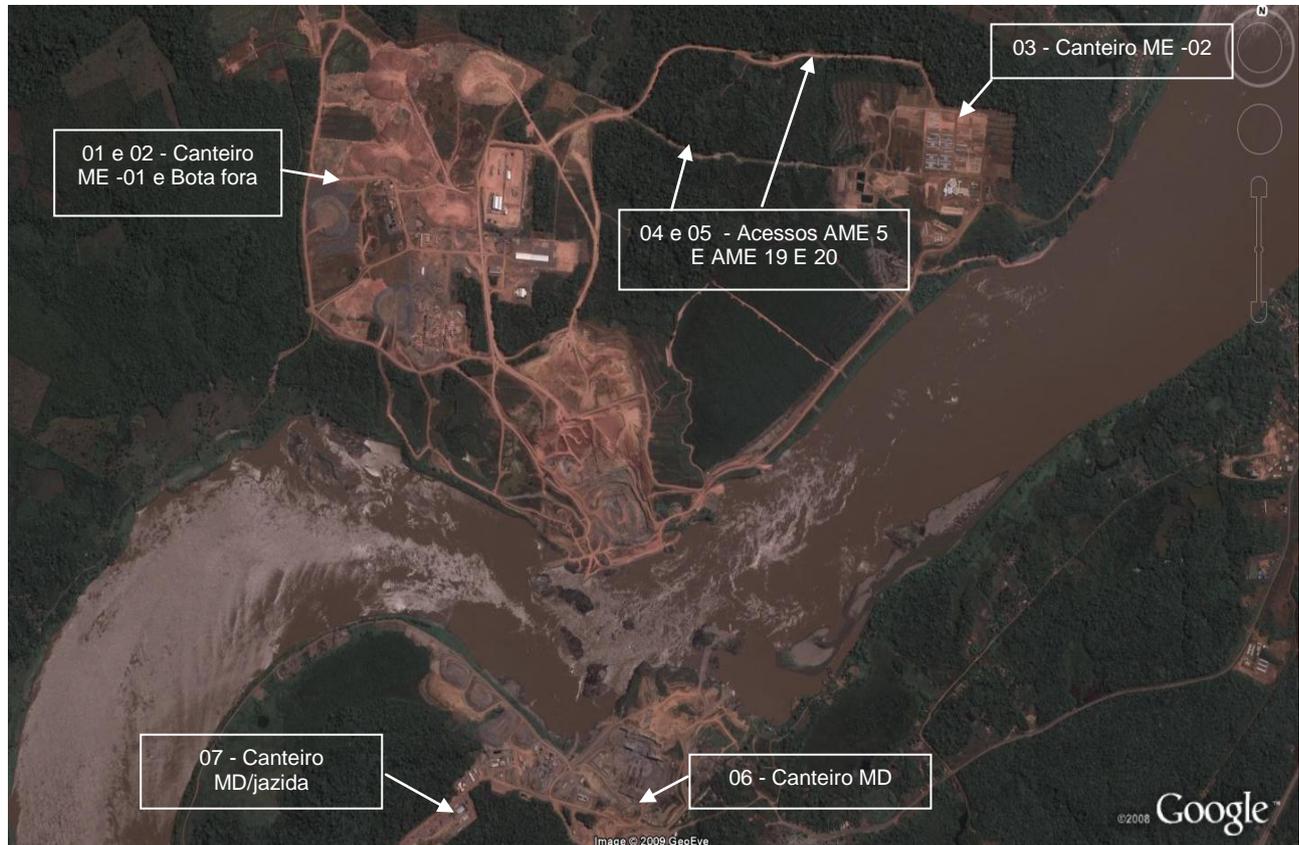
As ações de controle ambiental serão definidas em procedimentos elaborados segundo orientação do **PI CSAC 01 – Manual do Programa de Gestão Integrada de SSTMA- Saúde, Segurança do Trabalho e Meio Ambiente.**

Nos projetos de engenharia são dimensionadas as estruturas de drenagem, áreas para disposição provisória e definitiva de resíduos, tratamento de efluentes, tratamento e abastecimento de água.

A eficiência operacional das estruturas implantadas será avaliada através do monitoramento realizado de acordo com o **PI CSAC 06 - Monitoramento, Medição e Mensuração de Desempenho em SSTMA**, fornecendo os dados necessários para o controle e realização de possíveis adequações.

## 12. PROCEDIMENTOS TÉCNICOS PARA RECUPERAÇÃO DAS ÁREAS DEGRADADAS

**Figura nº 9.** 15/12/2009 - Imagem de satélite da área do canteiro após instalação das estruturas de apoio e definitivas, com algumas das parcelas identificadas na Tabela nº 4 e Figura nº 1 (numeração de identificação das áreas)



### 12.1. MEMÓRIA TÉCNICA

As técnicas empregadas de forma integrada na recuperação das áreas degradadas, podem ser agrupadas da seguinte forma:

**práticas mecânicas;**

**práticas vegetativas;**

**práticas edáficas.**

#### ✓ Práticas mecânicas

As práticas mecânicas relacionadas à recuperação de áreas degradadas são as que envolvem movimentos de terras ou obras de engenharia necessárias para conferir estabilidade às superfícies dos terrenos degradados, definindo a geometria de taludes, bermas e estruturas de drenagem.

Dentre as práticas mecânicas de conservação de solos aplicáveis na recuperação de áreas degradadas pode-se citar: construção de terraços, abertura de sulcos em nível, banquetas, dissipadores de energia, bacias de acumulação e infiltração.

A construção de terraços em nível ou com gradiente, leiras de proteção de crista de taludes, curvas de drenagem, será definida após avaliação das condições de cada área, determinando o espaçamento e os tipos de terraços (base estreita ou base larga), em nível ou de drenagem, definidos mediante avaliação do grau de declividade do terreno, do tipo de solo no local, dos dados pluviométricos e da identificação de possíveis contribuições provenientes do escoamento superficial de outras áreas.

#### ✓ **Práticas vegetativas**

As práticas vegetativas são o conjunto de técnicas de controle da erosão que não envolvem movimento de terra ou obras de engenharia. Essas práticas são recomendadas de forma isolada, não integrando as demais técnicas apresentadas, para terras cuja declividade seja menor que 6%, não apresentem sulcos e nem estejam sujeitas a erosão muito intensa.

As práticas vegetativas incluem o plantio em nível, faixas de retenção e reflorestamento.

Na escolha do tipo de cobertura vegetal são empregadas preferencialmente espécies leguminosas forrageiras nativas ou adaptadas às condições locais plantadas nas entre linhas das espécies arbóreas, buscando a rápida cobertura do solo, melhorando suas condições físico-químicas e biológicas, devido aos seguintes fatores:

- capacidade de fixação de nitrogênio;
- melhoria da estrutura do solo;
- aumento progressivo dos níveis de matéria orgânica do solo decorrente do intenso crescimento vegetativo e da renovação constante das folhas originando cobertura morta na superfície do terreno, proporcionando condições de desenvolvimento dos microrganismos do solo, potencializando o desenvolvimento das espécies arbóreas.

#### ✓ **Práticas edáficas**

Práticas que procuram melhorar as condições químicas, físicas e biológicas do solo de forma a proporcionar um sistema mais produtivo e, conseqüentemente mais resistente à erosão por proporcionar maior cobertura vegetal. Como exemplos podem ser citadas: irrigação, calagem, adubação química e orgânica.

A adoção de forma integrada das práticas descritas anteriormente garante a conservação de solos e o desenvolvimento e estabelecimento da vegetação empregada.

**Tabela 13. Escolha das práticas para recuperação das áreas degradadas em função da declividade (Conservação do Solo e Preservação Ambiental, UFLA – FAEPE, Vitor Gonçalves Bahia e Marco Aurélio Vitorino Ribeiro)**

DECLIVIDADE	PRÁTICA RECOMENDADA EM FUNÇÃO DA DECLIVIDADE
0 – 3 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ aradura;</li> <li>✓ sulcamento;</li> <li>✓ plantio em nível.</li> </ul>
3 – 6 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ aradura;</li> <li>✓ sulcamento;</li> <li>✓ plantio em faixas de retenção, conforme a natureza do solo.</li> </ul>
6 – 12 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ terraceamento em nível ou com gradiente, conforme o tipo de solo;</li> </ul> <p>Obs: em culturas perenes, já plantadas em esquadro, costuma-se empregar cordões em contorno.</p>
12 – 18 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ terraceamento em nível ou com gradiente e faixas de retenção, dependendo da natureza do solo;</li> </ul> <p>Obs: quando se trata de cultura perene já plantada em esquadro, empregam-se cordões em contorno.</p>
> 18 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ eventualmente, pode-se usar critério anterior até declividade de 24 %;</li> <li>✓ em culturas perenes empregam-se banquetas individuais, até uma declividade de 30 %;</li> <li>✓ para terrenos acidentados, recomenda-se pastagem ou reflorestamento.</li> </ul>

Os procedimentos e técnicas propostas para recuperação das áreas degradadas do canteiro apresentadas abaixo, descrevem a seqüência operacional do processo aplicável as áreas identificadas na **Tabela nº 4**. Outras considerações necessárias a complementação dos procedimentos apresentados, serão tratadas posteriormente com abordagem de cada área de forma específica.

A recuperação das superfícies degradadas do canteiro, envolvendo as áreas de jazidas de argila e cascalho e demais áreas de implantação das estruturas de apoio provisórias, seguirá a seqüência descrita abaixo, sendo o produto final da elaboração do PRAD o projeto executivo de cada parcela, conforme apresentado em anexo o projeto de recuperação do bota fora ME – **Desenho - CO-GL-03-027 R 1 – FOLHAS 1/3, 2/3, 3/3 BOTA FORA ME EL.110 PLANTA E SEÇÃO CO-GL-03-027**.

#### 12.1.1. Drenagem e conservação de solo

Os trabalhos de recuperação de uma área degradada iniciam-se pelo ordenamento da água que esco. Curvas de nível e barreiras têm como objetivo evitar que as águas das chuvas acumulem e escoem sob a forma de enxurradas.

A recuperação das áreas degradadas exige que sejam aplicadas técnicas de conservação de solos e de drenagem nas superfícies nuas e desestruturadas do terreno, para que sejam controladas as perdas de solo e de água de modo a promover a estabilização do terreno e o estabelecimento das espécies vegetais utilizadas no processo de revegetação.

#### ✓ **Hidrologia**

O dimensionamento das estruturas de drenagem para as áreas degradadas é baseado na precipitação máxima por hora, obtida nos registros pluviométricos da região com recorrência definida, associado à área e as características da bacia contribuinte da área em questão.

##### **12.1.1.1. Dimensionamento de estruturas de drenagem e conservação de solos**

A recomposição do sistema de drenagem nas áreas busca preferencialmente, preservar as calhas naturais de drenagem existentes, adotando medidas que reduzam a energia da água no escoamento superficial potencialmente danoso.

Para determinação do tipo de estrutura a ser construída deve ser realizado estudo baseado no levantamento plano - altimétrico da área a ser recuperada.

A definição dos tipos de terraços indicados é resultado da análise integrada dos seguintes fatores:

- avaliação das contribuições adicionais das áreas entorno;
- declividade do terreno;
- tipo de solo e cobertura vegetal existente;
- uso futuro da área.

#### ✓ **Terraceamento**

A construção de terraços é uma prática mecânica de controle da erosão baseada no princípio do parcelamento dos declives.

O terraço é uma combinação de um canal relativamente largo e raso com um camalhão ou dique de terra, dispostos transversalmente ao declive, e que tem por função interceptar o deflúvio ou escoamento superficial, forçando a absorção pelo solo ou drenagem lenta e segura do excesso de água. Assim o terraço protege a faixa de terra que lhe fica imediatamente abaixo, e, para a proteção do terreno, o sistema deve começar na parte mais alta, antes que o deflúvio adquira volume e velocidade com capacidade erosiva.

Mesmo com a construção de terraços nas áreas, no primeiro período chuvoso é previsto a ocorrência de processos erosivos ocasionado pelo arraste de partículas de solo desagregado pelo impacto das gotas de chuva sobre as superfícies nuas, de maneira que além da necessidade da associação de outras práticas, especialmente vegetativas que proporcionam ao solo necessária cobertura protetora, deve ser realizada a manutenção dos canais dos terraços

retirando material assoreado e eventuais ações corretivas na superfície do terreno até que a vegetação utilizada se estabeleça.

De acordo com a capacidade de absorção de água e a natureza do solo, os terraços podem ser em nível absoluto para retenção total das águas da chuva, ou podem ser ligeiramente inclinadas para promover a drenagem lenta e segura do excesso de água.

Nos locais onde ocorrem contribuições adicionais de drenagem superficial de áreas adjacentes devem ser obrigatoriamente construídos terraços com gradiente para descarga dessas águas ou construídas valas de drenagem.

Os terraços com gradiente ou terraços de drenagem podem ser com gradiente constante ou progressivo. Os constantes terão um caimento de 0,5 % em toda linha do terraço. Os progressivos aumentarão progressivamente o caimento a cada 100 metros.

Nas áreas degradadas, quando definida a utilização de terraço com gradiente, deve ser utilizada o gradiente constante devido a grande possibilidade de assoreamento dos canais antes da formação da cobertura vegetal.

#### ✓ **Definição dos tipos de terraço**

De acordo com a capacidade de absorção de água e a natureza do solo, os terraços podem ser em nível absoluto para retenção total das águas da chuva, ou podem ser ligeiramente inclinadas para promover a drenagem lenta e segura do excesso de água.

Nos locais onde ocorrem contribuições adicionais de drenagem superficial de áreas adjacentes devem ser obrigatoriamente construídos terraços com gradiente para descarga dessas águas ou construídas valas de drenagem.

Os terraços com gradiente ou terraços de drenagem podem ser com gradiente constante ou progressivo. Os constantes terão um caimento de 0,5 % em toda linha do terraço. Os progressivos aumentarão progressivamente o caimento a cada 100 metros.

Nas áreas degradadas quando definida a utilização de terraço com gradiente será utilizado o gradiente constante devido à grande possibilidade de assoreamento dos canais antes da formação da cobertura vegetal.

#### • **Espaçamento dos terraços**

O espaçamento dos terraços depende especialmente da natureza do solo, do grau de declive do terreno e da capacidade, ou seja, das dimensões e do gradiente que se pretende dar ao terraço, isto no caso de terraço com gradiente.

Cálculo do espaçamento entre terraços:

Devido à falta de dados experimentais para determinar com exatidão os espaçamentos mais adequados para as nossas condições, será considerada apenas a fórmula de Bentley conforme apresentada abaixo:

$$EV = (D/X + 2) \times 0,305$$

EV = Espaçamento vertical em metros

D = Declividade do terreno expressa em %

X = Fator que varia entre 1,5 e 6 sendo dependente da natureza do solo e sua resistência à erosão, do tipo de prática conservacionista adotada e do tipo de cultura, além das características das chuvas da região considerada. (Quanto mais adversas às condições, maiores serão os valores de X).

**Tabela 14. Valores de X de acordo com as práticas conservacionistas, tipos de cultura e resistência do solo à erosão**

Práticas mecânicas				Práticas vegetativas			Form.Bentley EV=(2D/K)30,5  Valores de X
Terraços				Cordão em contorno		Faixas de retenção	
Cultura permanente		Cultura anual		Cultura permanente		Cultura anual	
Com gradiente	Em nível	Com gradiente	Nível	Com gradiente	Em nível	Nivelados	
alta						Alta	1,5
média						Média	2,0
	alta					Baixa	2,5
baixa	média						3,0
	baixa	alta					3,5
	Nível	média		alta			4,0
		baixa	alta	média			4,5
			média	baixa	alta		5,0
			baixa		média		5,5
					baixa		6,0

$$EH = EV \times 100 / D$$

EH = Distância entre terraços expressa em metros.

- **Dimensão dos terraços**

De acordo com a precipitação pluviométrica da região, as medidas do terraço serão maiores ou menores, de modo que o canal tenha capacidade suficiente para interceptar toda água que escorrer sobre a faixa do terreno que lhe fica à montante (entre dois terraços).

O parâmetro recomendado para definir a medida do canal é a enxurrada produzida pela chuva de maior intensidade em uma hora, ocorrida no período de recorrência determinado. Caso não se

tenha um tempo de recorrência definido para dimensionamento dos terraços, um período mínimo de 10 anos poderia ser utilizado.

Do volume das águas precipitadas sobre uma superfície apenas uma parcela atinge a seção de vazão sob a forma de escoamento superficial. Uma parte é interceptada preenchendo as depressões do solo, umedece superficialmente, se infiltram no terreno rumo aos depósitos subterrâneos.

Deflúvio vem a ser a água que escorre na superfície do solo após a precipitação. A quantidade e a velocidade do deflúvio dependem:

- infiltração,
- permeabilidade,
- declive,
- comprimento de rampa
- precipitação.

As classes de deflúvio são as seguintes: nulo, muito lento, moderado, rápido, muito rápido.

O coeficiente de deflúvio varia sensivelmente de acordo com a precipitação decorrente das variações de perdas. A porcentagem de águas pluviais que aparece no escoamento superficial aumenta com a intensidade e a duração da precipitação, dependendo da distribuição da chuva na bacia, da direção do deslocamento da tempestade em relação ao sistema de drenagem, da precipitação antecedente, das condições de umidade do solo no início da precipitação, do tipo e uso do solo, da rede de drenagem existente, da duração e intensidade da chuva.

No método racional utiliza-se o coeficiente C, que, multiplicado pela intensidade da precipitação de projeto, fornece o pico da cheia considerada por unidade de área, indicando a relação entre a vazão máxima escoada e a intensidade da precipitação.

Para mensuração dos coeficientes de escoamento superficial e de infiltração pode ser utilizado Ábaco do Colorado Highway Department, que fornece parâmetros conservadores para tabelar os valores de C em função das características da bacia.

**Tabela 15. Coeficientes de escoamento superficial a partir de valores do Ábaco Colorado Highway Departament.**

Característica da bacia	Tipo de uso e ocupação do solo	C em %
1. Superfícies impermeáveis		90 - 95
2. Terreno estéril montanhoso	Material rochoso ou geralmente não poroso, com reduzida ou nenhuma vegetação e altas declividades;	80 - 90
3. Terreno estéril ondulado	Material rochoso ou geralmente não poroso, com reduzida ou nenhuma vegetação, com relevo ondulado e com declividades moderadas;	60 - 80
4. Terreno estéril plano	Material rochoso ou geralmente não poroso, com reduzida ou nenhuma vegetação e baixas declividades;	50 - 70
5. Prados, campinas, terreno ondulado	Áreas de declividade moderadas, grandes porções de gramado, flores silvestres ou bosques, sobre um manto fino de material poroso que cobre o material não poroso;	40 - 65
6. Matas decíduas, folhagem caduca	Matas e florestas de árvores decíduas em terreno de declividade variada;	35 - 60
7. Matas coníferas, folhagem permanente	Florestas e matas de árvores e folhagem permanente em terreno de declividade variada;	25 - 50
8. Pomares	Plantações de árvores frutíferas com áreas abertas cultivadas ou livres de qualquer planta, a não ser gramas;	15 - 40
9. Terrenos cultivados em zonas altas	Terrenos cultivados em plantações de cereais em zonas altas e fora de zonas baixas e de várzeas	15 - 40
10. Terrenos cultivados em vales	Terrenos cultivados em plantações de cereais e legumes, localizadas em zonas baixas e várzeas.	10 - 30

#### 12.1.1.2. Abertura de Sulcos em Nível

Esta prática, já utilizada com sucesso em projetos de recuperação de nascentes, favorece a recarga dos aquíferos subterrâneos pelo aumento da taxa de infiltração das áreas e conseqüente redução do escoamento superficial, contribuindo para alimentação dos lençóis que abastecem as nascentes.

Esta técnica contribui significativamente para redução dos processos erosivos pela redução do deflúvio, uma melhor condição de enraizamento das espécies arbóreas pela quebra da camada adensada do solo, e uma maior retenção de água no terreno reduzindo os efeitos do déficit hídrico, além da facilidade de operacionalização pela possibilidade de uso de equipamento existente na obra.

Esta atividade pode ser executada com uso de trator de esteira equipado com ripper, a profundidade de 0,60 m. Os sulcos são abertos orientados pelas curvas de nível demarcadas no terreno.

A operação de abertura de sulcos é realizada entre duas curvas de nível demarcadas, riscando alguns sulcos a partir da curva de nível superior e alguns a partir da inferior de modo que as diferenças decorrentes da falta do paralelismo perfeito das curvas de nível sejam insignificantes pela distribuição das diferenças na parte central da área.

O espaçamento entre os sulcos deve ser o mesmo determinado para o plantio das espécies arbóreas.

No dimensionamento das estruturas de drenagem devem ser avaliadas conjuntamente as práticas mecânicas de controle associada às práticas edáficas e vegetativas.

**Figura nº 10.** 11/01/2011 - Abertura de sulcos em nível na superfície do terreno da jazida JT 07 - MD. Sulco aberto numa profundidade de 0,60 m com trator de esteira equipado com ripper



**Figura nº 11.** 11/01/2011 – Detalhe do equipamento utilizado para abertura dos sulcos em nível na superfície do terreno da jazida JT 07 - MD.



### 13. REVEGETAÇÃO DAS ÁREAS DEGRADADAS

A revegetação tem como objetivo básico promover uma rápida cobertura vegetal do terreno e a estabilidade auto-sustentável do ambiente recuperado, com uso preferencial de espécies nativas da região.

O uso preferencial de espécies nativas na revegetação das áreas degradadas, tem como principal objetivo a preservação do germoplasma, em diversidade e variabilidade genética, associado aos benefícios relacionados aos atributos reunidos nessas espécies, de rusticidade e adaptabilidade ao meio.

O princípio proposto na revegetação das áreas degradadas é o da sucessão natural, definido conceitualmente como “substituição progressiva de uma comunidade por outra num determinado local”.

Para promover o início da sucessão natural algumas condições serão atendidas como:

- preparo da superfície do terreno;

- plantio de espécies arbóreas nativas do bioma amazônico pertencentes aos grupos ecológicos distintos (pioneiras, secundárias e climáticas);
- consórcio de espécies nativas com outras espécies já estabelecidas na região, que reúnam atributos necessários a formação da primeira comunidade vegetal, como rusticidade, rápido crescimento para cobertura e estabilização do terreno, capazes de melhorar as condições do solo.

As áreas degradadas devem ser revegetadas com objetivo de restabelecer a condição anterior à exploração seguindo as orientações descritas abaixo.

**Os procedimentos para revegetação das áreas degradadas serão apresentados reunindo dois grupos distintos:**

- ✓ **cobertura vegetal de superfícies taludadas, e ;**
- ✓ **cobertura vegetal de superfícies não taludadas.**

Nas superfícies taludadas serão utilizadas espécies forrageiras, gramíneas e leguminosas de portes herbáceo, semi-arbustivo e arbustivo. Nas superfícies não taludadas serão utilizadas no processo de revegetação, espécies arbóreas plantadas em covas, e leguminosas forrageiras nos espaços entre as covas.

### **13.1. REVEGETAÇÃO DE TALUDES DE CORTE E ATERRO**

**Os revestimentos das superfícies taludadas variam em função de:**

- recobrimento efetivo da superfície do terreno;
- custo de implantação e manutenção;
- segurança e eficiência desejada;
- declividade do local;
- volume e intensidade do escoamento superficial;
- estética e uso futuro da área.

#### **13.1.1. Seleção de espécies para revegetação de taludes**

Nas superfícies taludadas, onde não recomendado inicialmente a reabilitação florestal, serão plantadas espécies herbáceas e arbustivas com objetivo forrageiro, e, posteriormente, a colonização natural por dispersão de sementes, criará condições para ocorrência de espécimes florestais.

Para seleção das espécies vegetais deverão ser considerados os objetivos de uso futuro da área, sua capacidade de suporte físico e químico, o clima e características fisiológicas das espécies

selecionadas, sempre tomando por base a fito fisionomia do ambiente onde se encontra a área a ser trabalhada. O consórcio de espécies herbáceas e arbustivas é considerado benéfico para a operação de recomposição. A seleção das espécies deverá ser orientada para auto-sustentação.

A seleção de espécies herbáceas de rápido crescimento, para recobrimento das superfícies de solo expostas, baseou-se em critérios de adaptabilidade edafoclimática, rusticidade, capacidade de reprodução e perfilhamento, velocidade de crescimento e facilidade de obtenção de semente.

As principais características desejáveis são:

- agressividade;
- rusticidade;
- rápido desenvolvimento;
- fácil propagação e disponibilidade de propágulos (sementes, estolos, mudas);
- implantação de baixo custo;
- pouca exigência as condições de solo;
- integração natural na paisagem

As espécies selecionadas pertencem as duas famílias botânicas: gramíneas e leguminosas, que, devido a similaridade quanto as características de interesse serão assim agrupadas:

#### ✓ **Gramíneas**

Características de interesse:

- apresentem rápido crescimento;
- baixa exigência em fertilidade do substrato;
- alta capacidade de perfilhamento, e ;
- contribua para a estabilidade do sistema através do fornecimento de matéria orgânica, devido a grande capacidade de produção de material vegetativo.

As gramíneas promovem freqüentemente associações simbióticas com fungos micorrízicos, promovendo a incorporação substancial de fósforo *não – lábil* em *fósforo – lábil* nos ecossistemas onde é introduzida.

#### ✓ **Leguminosas**

Características de interesse:

- apresentem alta capacidade reprodutiva;
- baixa exigência em fertilidade;
- devido as características de desenvolvimento do sistema radicular, favorecem a captação e reciclagem de nutrientes, presentes em camadas mais profundas do perfil.

As leguminosas promovem freqüentemente associações simbióticas com bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico nos ecossistemas onde é introduzida. Além disso, espécies como o feijão guandu (*cajanus cajan*), possuem extrema tolerância a compactação do solo.

A distribuição de sementes poderá ser executada através do semeio manual ou por hidrossemeadura.

**Tabela 16. Composição qualitativa de sementes de espécies forrageiras com potencial de utilização na revegetação de taludes de corte e aterro**

Família	Nome científico	Nome comum	Porte
Leguminoseae	<i>Calopogonium mucunoides</i>	Calopogônio	Herbáceo
	<i>Crotalaria spectabilis e junceae</i>	Xique -xique	Semi arbustivo
	<i>Mucuna prurilus</i>	Mucura preta	Herbáceo
	<i>Stylosanthes sp.</i>	Estilosantes	Semi arbustivo
	<i>Cajanus cajan</i>	Feijão guandu	Arbustivo
	<i>Puerária</i>	Kudzu	Herbáceo
Gramíneae	<i>Brachiaria decumbens</i>	Brachiaria	Herbáceo
	<i>Brachiaria humidícula</i>	Kikuio	Herbáceo
	<i>Brachiaria brizantha</i>	Brachiarão	Herbáceo
	<i>Andropogon gayanus</i>	Andropogon	Herbáceo
	<i>Avena strigosa</i>	Aveia preta	Herbáceo

### 13.1.2. Recomendação sobre uso de corretivos e fertilizantes

A recomendação de adubação e calagem, apresentada abaixo, foi definida com base nos resultados de análises de solo apresentadas nas **Tabelas 8, 9, 10 e 11**.

A aplicação de adubo, principalmente nos taludes de corte, será parcelada, visando um melhor aproveitamento do adubo. Parte será aplicada por ocasião do plantio, e as demais adubações em cobertura, quando já tiver ocorrido a emergência das sementes plantadas.

✓ **Adubação proposta:**

- **Plantio** – 100 gramas / m<sup>2</sup> de N-P-K fórmula 04-14-08 e 5 gramas de FTE BR 12;
- **Cobertura** – 100 gramas / m<sup>2</sup> de calcário dolomítico e 100 gramas/ m<sup>2</sup> de termofosfato parcelado com aplicações quinzenais durante o período chuvoso, sendo a primeira aplicação realizada após a emergência das sementes plantadas.

**Tabela 17. Recomendação de corretivo de solo e adubação nos taludes de corte e aterro**

Especificação do adubo / corretivo	Quantidade de adubo / corretivo (kg / ha) e fase de aplicação						Total / ha
	Pré-plantio	Plantio	Adubação de Cobertura				
			1	2	3	4	
Calcário dolomítico	1.000						1.000
N-P-K (4-14-8)		1.000	500	500	500	500	3.000
FTE BR 12		50					50
Total kg/ ha	1.000	1.050	500	500	500	500	4.050

### 13.1.3. Plantio de taludes de corte e aterro

Para realização do plantio dos taludes de corte, qualquer que seja o método utilizado, hidrossemeadura ou processo manual, será realizado previamente a escarificação da superfície do talude com uso de ferramenta manual. Esta atividade envolve a abertura de pequenas covas de plantio com profundidade média de 6 cm e espaçamento de 30 cm entre covas. O plantio manual poderá ser realizado no momento da abertura de covas, aplicando nas covas abertas a mistura de adubo e sementes.

O plantio nos taludes de aterro será realizado com uso de plantadeira manual ou enxada, realizando o coveamento e plantio simultâneo, dispondo a mistura de semente e adubo numa profundidade adequada e com cobertura de fina camada de solo. Esta forma de plantio reduz de forma significativa as quantidades aplicadas de sementes em relação ao processo de plantio a lanço ou por hidrossemeadura, devido ao melhor aproveitamento do adubo e semente aplicados no solo na profundidade desejada.

## 13.2. REVEGETAÇÃO DE SUPERFÍCIES NÃO TALUDADAS

### 13.2.1. Escolha das espécies

A definição de espécies recomendadas para utilização no processo de revegetação das áreas degradadas, divididas em espécies forrageiras e espécies arbóreas, está relacionada às espécies vegetais amostradas na área de influência direta da barragem na etapa de estudos complementares. Essa relação serve como base para definição das espécies, sendo selecionadas as espécies com maior potencial para uso na recuperação das áreas degradadas, atendendo as particularidades de cada parcela.

A dinâmica de recuperação de vegetação em áreas degradadas segue uma combinação de fatores, onde grupos de espécies com exigências complementares, principalmente quanto à necessidade de luz, são associados de tal forma que as espécies de estágios iniciais sejam sombreadoras das espécies de estágios finais da sucessão, acelerando assim o processo de

recuperação da área. Esses fenômenos conhecidos como sucessão secundária vêm servindo de base para várias classificações que visam distinguir os diferentes grupos ecológicos bem como as espécies vegetais pertencentes a cada um dos grupos a seguir:

- ✓ **Pioneiras** – espécies claramente dependentes de luz, não ocorrem em sub-bosque, desenvolvendo-se em clareiras ou em bordas de florestas.

Em um processo de sucessão natural, as espécies pioneiras são eficientes em explorar substratos desnudos e em suportar condições de micro-clima desfavoráveis. As espécies sucessionais posteriores, secundárias e clímax, encontram um substrato físico, química e biologicamente melhor, e possuem vantagens competitivas nessas condições. Apesar do micro-clima adverso, as covas adubadas podem ter funcionado como substratos de estágios secundários e terem favorecido o desenvolvimento das espécies sucessionais mais avançadas, já que todas elas são heliófitas.

- ✓ **Secundárias iniciais** – espécies que ocorrem em condições de sombreamento médio ou luminosidade não muito intensa, ocorrendo em clareiras pequenas, borda de clareiras grandes, bordas de floresta ou no sub - bosque não densamente sombreado;
- ✓ **Secundárias tardias ou clímax** – espécies que se desenvolvem no sub-bosque em condições de sombra leve ou densa, podendo permanecer toda a vida ou então crescer até alcançar o dossel ou a condição emergente.

Outro importante fator a ser considerado na escolha das espécies utilizadas na revegetação, é a forma de dispersão. Se a dispersão for autocórica ou anemocórica, as sementes produzidas ficarão próximas à planta mãe. Para que se consiga uma melhor dispersão de sementes de espécies nativas oriundas de outras áreas preservadas para as áreas em processo de recuperação, deve ser potencializada a dispersão de forma zoocórica, reconhecida como o maior meio de dispersão de sementes em ambientes naturais.

Para que se consiga uma melhor relação fauna/flora em áreas degradadas deverão ser utilizadas na revegetação, espécies que produzam frutos ou sementes que atraiam animais silvestres.

Nas espécies arbóreas utilizadas no processo de revegetação, serão também utilizadas, em pequena escala, espécies frutíferas já introduzidas e/ou adaptadas ao local.

Existe a restrição de uso de algumas espécies nos processos de recuperação de áreas degradadas, por não permitirem ou dificultarem o estabelecimento do processo sucessional.

Algumas espécies possivelmente emitem substâncias fenólicas que apresentam ação alelopática, dificultando o aparecimento de vegetação invasora e impedindo a biodiversidade. Entre essas espécies pode ser citada *Leucaena leucocephala* (leucena) freqüentemente utilizada em revegetação de áreas degradadas.

✓ **Espécies protegidas**

De acordo com a Lista Oficial de Espécies da Flora Brasileira Ameaçada de Extinção (Portaria IBAMA nº 37-N, de 3 de abril de 1992), nas áreas mensuradas foram identificadas as seguintes espécies na categoria vulnerável: ***Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl. (Lecythidaceae – castanheira) e *Bowdichia nitida* Spruce (Fabaceae – sucupira-preta)**. Ressalta-se que alguns exemplares foram identificados somente em nível de gênero, os quais encontram-se na referida listagem: ***Brosimum* sp (Moraceae – leiteiro), *Licania* sp (Chrysobalanaceae – caripé), *Ocotea* sp (Lauraceae – canela), *Pouteria* sp (Sapotaceae – abiu-casca-fina), *Virola* sp (Myristicaceae virola)**.

**Tabela 18 – Espécies arbóreas identificadas na área do canteiro nas diversas tipologias de cobertura vegetal com potencial de uso na recuperação de áreas degradadas.**

Dados extraídos do Relatório Técnico elaborado pela JGP Consultoria e Participações, no processo de requerimento de autorização de supressão vegetal junto ao IBAMA.

Espécie	
Nome científico	Nome comum
1- <i>Abarema jupumba</i>	Saboeiro
2- <i>Albizia hasslerii</i>	Farinha seca
3- <i>Alibertia sessilis</i>	Marmelada
4- <i>Anacardium giganteum</i>	Cajueiro
5- <i>Anacardium spruceanum</i>	Cajuí
6- <i>Apeiba hirsuta</i>	Jangada
7- <i>Apeiba tibourbou</i>	Escova de macaco
8- <i>Apuleia leiocarpa</i>	Garapeira
9- <i>Aspidosperma Cylandrocarpon</i>	Peroba rosa
10- <i>Aspidosperma macrocarpon</i>	Peroba mica
11- <i>Aspidosperma sp</i>	Guarantã
12- <i>Astrocaryum aculeatum</i>	Tucum
13- <i>Astrocaryum gynacanthum</i>	Murumuruí
14- <i>Attalea speciosa</i>	Babaçu
15- <i>Bactris riparia</i>	Tucumã
16- <i>Bactris gasipaes</i>	Pupunha
17- <i>Bertholletia excelsa</i>	Castanheira
18- <i>Bowdichia nitida</i>	Sucupira preta
19- <i>Brossimum galactodendron</i>	Sorveira
20- <i>Brossimum sp</i>	Leiteiro
21- <i>Buchenavia grandis</i>	Mirindiba
22- <i>Byrsonima spicata</i>	Murici
23- <i>Calophyllum brasiliense</i>	Guanandi
24- <i>Cariniana legalis</i>	Jequitibá
25- <i>Cariniana micrantha</i>	Tauari
26- <i>Capirona hubeiana</i>	Escorrega macaco
27- <i>Caryocar glabrum</i>	Pequiá
28- <i>Cecropia sp</i>	Imbaúba
29- <i>Cedrelinga catenaeformis</i>	Cedrorana

30- <i>Ceiba speciosa</i>	Paineira
31- <i>Clarisia racemosa</i>	Oiticica
32- <i>Coccoloba sp</i>	Cocoloba
33- <i>Copaifera multijuga</i>	Copaíba
34- <i>Coussarea ampla</i>	Coussarea
35- <i>Dialium excelsa</i>	Angelim pedra
36- <i>Dialium guianense</i>	Jutaí pororoca
37- <i>Dipteryx odorata</i>	Cumbarú
38- <i>Endlicheria sericea</i>	Tamanqueira
39- <i>Enterolobium maximum</i>	Tamboril
40- <i>Erisma uncinatum</i>	cedrinho
41- <i>Eschweilera carinata</i>	Mata matá
42- <i>Eugenia protenta</i>	Canela de cutia
43- <i>Eugenia sp1</i>	Goiabinha
44- <i>Eugenia sp2</i>	Vermelhinho
45- <i>Euterpe oleracea</i>	Açaí
46- <i>Ficus dendrocida</i>	Figueira mata pau
47- <i>Ficus sp</i>	Figueira
48- <i>Garcinia madruno</i>	Bacupari
49- <i>Genipa americana</i>	Genipapo
50- <i>Goupia glabra</i>	Cupiúba
51- <i>Guarea silvatica</i>	Marinheiro
52- <i>Guazuma ulmifolia</i>	Chico magro
53- <i>Hevea brasiliensis</i>	Seringueira
54- <i>Hirtella ciliata</i>	Chorão
55- <i>Hymatanthus sucuuba</i>	Sucuúba
56- <i>Hymenaea courbaril</i>	Jatobá
57- <i>Hymenolobium sp</i>	Angelim
58- <i>Inga sp</i>	Ingá
59- <i>Jacaranda caroba</i>	Jacarandá
60- <i>Licania micrantha</i>	Cariperana
61- <i>Licania sp</i>	Caripé
62- <i>Mabea fistulifera</i>	Mamoninha da mata
63- <i>Machaerium scleroxylou</i>	Pau ferro

64- <i>Maclura tinctoria</i>	Amoreira
65- <i>Magonia pubescens</i>	Timbó
66- <i>Malouetia tamaquarina</i>	Mulungu
67- <i>Mangifera indica</i>	Mangueira
68- <i>Manilkara huberi</i>	Massaranduba
69- <i>Manilkara sp</i>	Balata
70- <i>Maquira sp</i>	Cega corrente
71- <i>Maximiliana maripa</i>	Inajá
72- <i>Mezilaurus itauba</i>	Itaúba
73- <i>Miconia sp</i>	Miconia
74- <i>Micropholis melinoniana</i>	Pau sapo
75- <i>Minuartia guianensis</i>	Acariquara
76- <i>Morta</i>	Morta
77- <i>Mouriri sp</i>	Mouriri
78- <i>Nectandra puberula</i>	Louro
79- <i>Nectandra robusta</i>	Canelão
80- <i>Ocotea odorifera</i>	Canela sassafras
81- <i>Ocotea sp</i>	Canela
82- <i>Oenocarpus bacaba</i>	Bacaba
83- <i>Oenocarpus batava</i>	Patuá
84- <i>Omosia sp</i>	Tento
85- <i>Parahancornia amapa</i>	Amapá
86- <i>Parkia multijuga</i>	Paricá
87- <i>Parkia nitida</i>	Faveira
88- <i>Peltogyne confertiflora</i>	Roxinho
89- <i>Peltophorum dubium</i>	Monjolo
90- <i>Pera bicolor</i>	Figueirinha
91- <i>Physocalymma scaberrimum</i>	Aricá
92- <i>Pithecellobium foliolosum</i>	Jurema
93- <i>Pourocema sp</i>	Pourocema
94- <i>Pouteria manaoensis</i>	Abiurana
95- <i>Pouteria sp</i>	Abiu casca fina
96- <i>Pradosia decipiens</i>	Pradosia
97- <i>Protium paniculatum</i>	Amescla breu

98- <i>Protium pilosum</i>	Amescla aroeira
99- <i>Pterodon emarginatus</i>	Sucupira
100- <i>Pterogyne nitens</i>	Passarinheiro
101- <i>Rollinia exsucca</i>	Ata
102- <i>Rollinia sp</i>	Pinha da mata
103- <i>Ruizterania albiflora</i>	Cambará preto
104- <i>Sapium Haematospermum</i>	Carrapateira
105- <i>Schefflera morototoni</i>	Mandiocão
106- <i>Schizolobium parahyba</i>	Pinho cuiabano
107- <i>Siparuna guianensis</i>	Negramina
108- <i>Sloanea sp</i>	Pateiro
109- <i>Spondias dulcis</i>	Cajá
110- <i>Spondias sp</i>	Cajarana
111- <i>Sterculia sp</i>	Xixá
112- <i>Tabebuia sp</i>	Ipê
113- <i>Tachigali myrmecophila</i>	Taxi
114- <i>Tachigali paniculata</i>	Taxi preto
115- <i>Tachigali rugosa</i>	Carvoeiro
116- <i>Tapirira guianensis</i>	Breu de tucano
117- <i>Taralea oppositifolia</i>	Cumarurama
118- <i>Theobroma grandiflorum</i>	Cupuaçu
119- <i>Theobroma martiana</i>	Cacau
120- <i>Theobroma subincamum</i>	Cupuí
121- <i>Trattinnickia burceraefolia</i>	Morcegueiro
122- <i>Triplaris americana</i>	Novateiro
123- <i>Virola sp1</i>	Virola
124- <i>Virola sp2</i>	Branquilho
125- <i>Vismia cayennensis</i>	Lacre de mata
126- <i>Vochysia sp</i>	Cambará rosa
127- <i>Vouacapova pallidior</i>	Acapú
128- <i>Xylopiia sp1</i>	Embireira
129- <i>Xylopiia sp2</i>	Pindaíba
130- <i>Zantoxylum rhoifolium</i>	Mamica de porca

Além das espécies arbóreas identificadas com potencial de utilização na formação da cobertura vegetal das áreas degradadas, também serão utilizadas espécies forrageiras, preferencialmente leguminosas, visando promover a rápida cobertura vegetal do solo nas entre linhas das arbóreas, além dos benefícios da fixação de nitrogênio e início de formação de camada orgânica no solo, essencial para o estabelecimento dos microrganismos essenciais aos processos naturais do solo. Para escolha das espécies na composição do coquetel de sementes utilizadas na revegetação das áreas degradadas devem ser considerados os seguintes fatores:

- facilidade de obtenção - disponibilidade no mercado ou possibilidade de coleta na área do canteiro e entorno;
- nativa ou comprovadamente adaptada às condições locais;
- rápido crescimento e rusticidade;
- boa produção de massa;
- facilidade de consórcio com outras espécies.

Espécies forrageiras de porte arbustivo, semi-arbustivo e herbáceo com potencial de cobertura para uso na revegetação das entre linhas de plantio das áreas degradadas.

**Tabela 19. Espécies forrageiras propostas para plantio das jazidas, acessos e canteiro de apoio**

Família	Nome científico	Nome comum	Porte
Leguminosas	<i>Calopogonium mucunoides</i>	Calopogônio	Herbáceo
	<i>Crotalaria spectabilis</i>	Xique xique	Semi arbustivo
	<i>Mucuna prurilus</i>	Mucura preta	Herbáceo
	<i>Stylosanthes sp.</i>	Estilosantes	Semi arbustivo
	<i>Cajanus cajan</i>	Feijão guandu	Arbustivo
	<i>Arachis pintoe</i>	Amendoim silvestre	Herbáceo

Dentre as espécies selecionadas para o plantio, algumas se desenvolvem rapidamente, mas, por serem mais exigentes, tendem a desaparecer dando lugar às espécies de crescimento mais lento, porém com maior rusticidade.

A diversidade das espécies num processo de revegetação de uma área degradada é indicador da qualidade do serviço executado, e da recuperação do ecossistema.

A determinação da densidade de plantio das espécies arbóreas utilizadas na revegetação das áreas degradadas, esta relacionada com os seguintes fatores:

- número médio de plantas arbóreas existentes no ambiente natural;

- nível de degradação da área, determinado pela forma de exploração e pelo tempo entre o final da exploração e a recomposição, que terá influência na ocorrência de rebrota natural dos propágulos existentes nas pilhas de solo vegetal;
- consórcio com espécies arbustivas, semi arbustivas e herbáceas, utilizadas na composição vegetal no plantio;

A distribuição das mudas arbóreas no campo será orientada de acordo com o grupo ecológico a que pertencem, tendo como referência os seguintes percentuais:

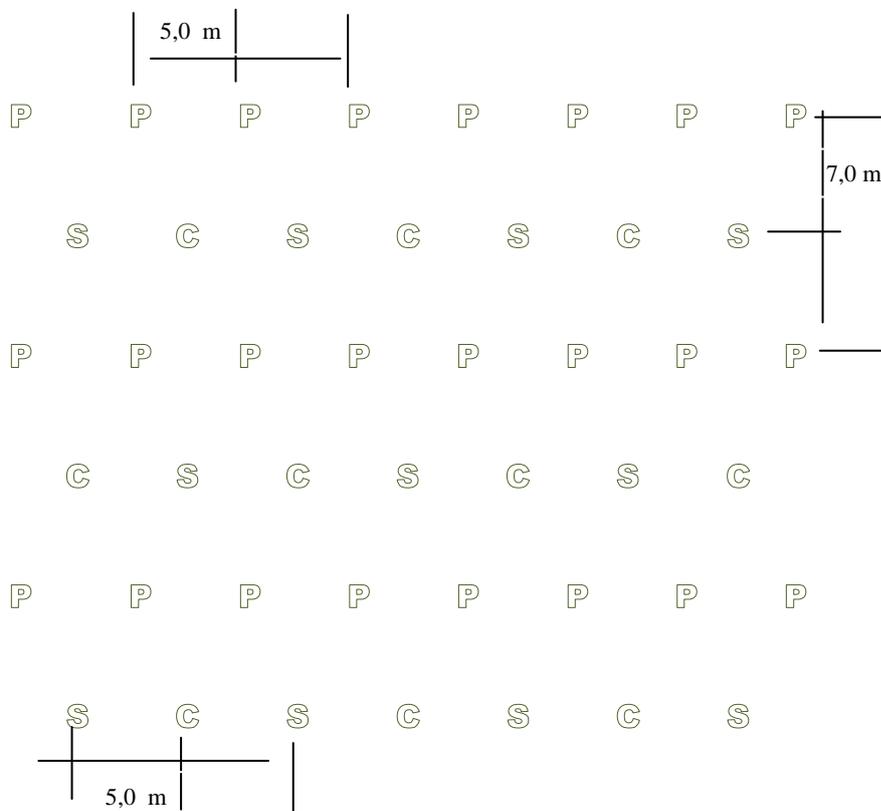
50% pioneiras; 25% secundárias iniciais e tardias; 25% climáticas.

No espaço entre linhas das espécies arbóreas é recomendado o plantio de espécies leguminosas forrageiras de porte arbustivo, semi-arbustivo e herbáceo, com objetivo de acelerar o processo de cobertura da superfície do terreno e dos níveis de matéria orgânica do solo, melhorando as condições para o estabelecimento das mudas no campo.

Para definir a quantidade de cada espécie no plantio, dividem-se as mudas em suas proporções de grupos sucessionais.

Lay out de distribuição de mudas no campo, distribuídas em quinquênio, com o espaçamento de 5 m entre plantas e 7 metros entre linhas de plantio.

**Figura nº 12– Lay out de distribuição das mudas arbóreas no campo, em quinquênio com espaçamento de 5 m entre plantas e 7 m entre linhas**



**Sendo: P – Pioneira; S – Secundária ; C – Clímax**

### 13.2.2. Adubação

A definição da formulação e quantidade de adubo aplicado no processo de revegetação está embasado na análise de solo, interpretada segundo metodologia estabelecida pela EMBRAPA.

A adubação para o plantio nas áreas recuperadas é direcionada para favorecer o arranque e estabelecimento das mudas e sementes plantadas, não sendo realizada com fins de correção de solos para exploração agrícola. Algumas áreas apresentam solos com alguns níveis naturalmente baixos de alguns elementos.

A recomendação de adubação será definida mediante interpretação das análises de solos realizadas nos depósitos de solo vegetal apresentados na **Tabela 7**, tendo como referência os parâmetros apresentados abaixo, necessários para definir as quantidades e formulações do adubo a ser utilizada.

#### ✓ Análises físico-químicas de solo

As amostras para análise de solo serão coletadas nos estoques reservados para aplicação na superfície das áreas reconformadas, retirando sub amostras em diversos pontos do terreno para preparação da amostra enviada ao laboratório para análise físico química.

#### ✓ Adubação de plantio

Os níveis médios de adubação recomendados pela Embrapa para plantio de espécies nativas em programas de recuperação de áreas degradadas são os seguintes.

**Tabela 20. Níveis médios recomendados de nutrientes para estabelecimento de vegetação em área degradada (Embrapa – 1995)**

Parâmetros e níveis médios recomendados de nutrientes				
P (Res.) : 40-80	K : 60-180	Fe : 40-80	Ca/Mg : 2-5	Ca/CTC : 48-60
P (Mel) : 10-30	S : 10-20	Mn : 20-40	Ca/K : 15-20	Mg/CTC : 16-20
B : 0,4-0,8	Mg : 0,5-1,5	Zn : 2,0-4,0	Mg/K : 3-5	K/CTC : 3-5
Mat.Org : 1,5-3,0	Ca : 2,0-5,0	Cu : 1,2-2,4	Ph /H2O : 6,0-6,5	Ph /CaC12 : 5,5-6,0

P- Fósforo , K- Potássio , B- Boro , S – Enxofre, Mg- Magnésio, Fe- Ferro, Mn – Manganês, Ca – Cálcio, Zn – Zinco, CTC- Capacidade de troca catiônica

A recomendação de adubação, segundo a EMBRAPA, pode ser feita em três níveis com aplicação nas covas de plantio:

- **Nível 1** - Espécies exigentes em nutrientes (ocorrem apenas em solos mesotróficos);

- **Nível 2** - Espécies medianamente exigentes em nutrientes;
- **Nível 3** - Espécies pouco exigentes quanto à fertilidade do solo (ocorrem em solos distróficos preferencialmente).

**Tabela 21. Níveis de adubação recomendados pela Embrapa para o plantio de mudas em áreas degradadas.**

Níveis de adubação	Recomendação/ha	Aplicação por cova
Nível 1	334 kg	150 g
Nível 2	223 kg	100 g
Nível 3	112 kg	50 g

O adubo deve ser misturado no solo proveniente da abertura das covas.

**Observação:** Estes níveis apresentados servem como referência, sendo os ajustes feitos após a análise de solo e avaliação individual de cada área, considerando o tipo de vegetação proposto, as características físicas e topográficas do terreno.

✓ **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 deve ser realizada 30 a 45 dias após o plantio das mudas e no ano seguinte no início do período chuvoso.

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

As quantidades aplicadas seguem o mesmo princípio das recomendações no plantio, sendo indicados 3 níveis.

**Tabela 22. Recomendação da Embrapa para adubação de cobertura em 3 níveis – 1,2 e 3.**

Produto Comercial	Quantidade por ha (1,2,3)	Quantidade por cova (1,2,3)
Uréia (45%N)	45kg / 30kg / 15kg	20g / 13,5g / 6,5g
Fosfato natural(24% P2O5)	67kg / 44kg / 22kg	30g / 20g / 10g
KCl (60% de K2O)	50kg / 33kg / 16kg	22g / 15g / 7,5g

**Observação:** As recomendações de nível 3 são facultativas e indicadas nos casos de evidência de deficiência nutricional.

### 13.2.3. Calagem

O uso do calcário, quando recomendado a aplicação, será para fornecimento de Ca e Mg, elementos necessários para o equilíbrio nutricional, e não propriamente para correção de pH do solo.

A recomendação de aplicação de calcário está embasada na metodologia utilizada pela Embrapa.

#### **N.C = 2 - Teor de Ca + Mg.**

Sendo **N.C.** a necessidade de calagem, e os teores de Ca e Mg fornecidos pela análise de solo. Estes cálculos visam fornecer uma diretriz para correção dos solos analisados, sendo necessário o monitoramento do comportamento das mudas no campo, identificando necessidade de eventuais ajustes.

O calcário utilizado deve ser dolomítico e sua aplicação deverá acontecer durante o preparo das covas, antecedendo o plantio em pelo menos um mês.

Recomendação de calagem (Considerando 100% de PRNT – Poder relativo de neutralização total):

Na aquisição do calcário com a informação do PRNT do produto, calcular a real quantidade necessária.

$$\text{N.r.c} = \frac{\text{R.c} \times 100}{\text{V.p}}$$

Sendo:

**N.r.c** = Nova recomendação de calcário.

**R.c** = Recomendação de calcário considerando produto com 100% de PRNT.

**V.p** = Valor do PRNT do calcário adquirido.

### 13.2.4. Plantio

Após a reconformação da superfície do terreno e distribuição do solo vegetal, será realizada a abertura de sulcos em nível, utilizando trator de lâmina equipado com subsolador. Os sulcos abertos seguirão orientação de marcação topográfica, com espaçamento de 7 metros, distância recomendada para as linhas de plantio das espécies arbóreas. Ao longo das linhas serão demarcadas as covas de plantio, com espaçamento de 5 metros entre plantas.

O preparo das covas é realizado com a remoção do solo nos pontos demarcados nos sulcos abertos no terreno, com uso de cavadeira manual é feita a remoção do solo na área dimensionada da cova – 0,40m x 0,40m x 0,60m (Comprimento x largura x profundidade).

O adubo recomendado para o plantio será misturado ao solo retirado no processo de abertura da cova, após a mistura, devolvido a cova, que receberá uma marcação de uma estaca fincada no

terreno, para localização, na época do plantio da muda, realizado, preferencialmente, no início do período chuvoso.

Para melhorar as condições edáficas, pode ser realizado o transporte de solo vegetal de melhor qualidade de outras áreas para aplicação nas covas de plantio, misturando com o solo do local. Esta prática visa melhorar as condições para o desenvolvimento das mudas arbóreas até que, com o desenvolvimento das leguminosas forrageiras plantadas nas entre linhas, inicie a formação de camada orgânica na superfície do terreno.

Para um mesmo volume de cova, a profundidade exerce um efeito positivo na sobrevivência e no desenvolvimento de mudas em locais minerados. Áreas de jazidas, após a exploração do material, apresentam normalmente uma camada adensada de aproximadamente 0,50 m de profundidade.

Para facilitar o aprofundamento da raiz, torna-se importante, sobretudo, transpor a camada adensada a 0,50 m, de modo a aumentar as chances de sobrevivência e estabelecimento de uma planta em local minerado. (R.S.Corrêa e B.Melo Filho - 1996).

A abertura de sulcos em nível com uso de trator de esteira com ripper, a profundidade dos sulcos ultrapassa os 0,50 m de profundidade, facilitando a marcação das covas ao longo do sulco e rompendo a camada de solo mais adensada.

Nos sulcos abertos, são demarcadas, com o espaçamento proposto, as covas para o plantio das espécies arbóreas.

Nas áreas onde a camada de solo vegetal estocado, proveniente do decapeamento, for suficiente para distribuição em toda superfície explorada, o preparo das covas é realizado com a remoção do solo nos pontos demarcados nos sulcos com uso de cavadeira manual, retirando o solo no local de acordo com as dimensões da cova. O volume médio das covas utilizados será de 0,40m x 0,40m x 0,60m (Comprimento x largura x profundidade).

**Figura nº 13.** 20/01/2011 - Preparo de covas para plantio de mudas em parcela da JT 07, com covas demarcadas nos sulcos abertos no terreno



### 13.2.5. Produção de mudas

As mudas necessárias para revegetação das áreas degradadas são produzidas no viveiro localizado na área do canteiro, viabilizado a partir de sementes coletadas nas áreas onde serão realizadas as intervenções e entorno, de modo a resgatar parte do germoplasma e obter uma maior diversidade de espécies.

#### ✓ **Localização e dimensionamento do viveiro**

O viveiro de produção de mudas será construído na área do canteiro localizado na margem esquerda **Desenho - CO-GL-20-004 R 0 – Viveiro florestal – ME**

O sistema de produção de mudas visa produção contínua através das coletas de sementes de acordo com o ciclo das espécies, evitando o armazenamento de sementes e conseqüente perda de viabilidade.

A capacidade de produção e estocagem anual de mudas do viveiro será de 100.000 mudas, com uma densidade média dos canteiros de 100 mudas / m<sup>2</sup>.

✓ **Estrutura do viveiro**

- Baías de estocagem de material orgânico

Construção de baías de madeira para estocagem do material do substrato: Solo, composto orgânico e mistura pronta para enchimento dos sacos de plantio.

- Área coberta

Construção de área coberta para estocagem de insumos e manuseio de sementes coletadas no campo.

- Canteiros

Construção de canteiros suspensos na área útil do terreno, sombreado com uso de sombrite 70%.

Na estrutura poderá ser construído canteiro germinadouro, preparado para receber as sementes de espécies que apresentem período de germinação prolongado e desuniforme, sendo as plântulas deste canteiro transplantadas periodicamente para os sacos plásticos, de modo que sejam obtidos lotes homogêneos de mudas e melhor aproveitamento da área dos canteiros. O substrato do germinadouro será de areia, disposta no canteiro em camada de 30 cm.

Todos os canteiros terão as dimensões básicas de 1mx10m (Largura e comprimento), com 0,50 m de espaçamento entre canteiros.

- Sistema de Irrigação

O sistema adotado para irrigação é por micro-aspersão, instalado para cobertura de toda área de canteiros de plantio.

✓ **Sistema de produção de mudas**

- **Coleta de sementes**

A coleta de sementes das espécies nativas destinadas à produção de mudas foi planejada para ser realizada durante todo ano, acompanhando a diversidade do ciclo de florada e formação das sementes dentre as espécies.

Uma vez coletadas, as sementes recebem os tratamentos necessários, como limpeza, secagem e quebra de dormência, caso necessário, para em seguida serem plantadas no viveiro em condições controladas. Este procedimento evita a redução da viabilidade das sementes ocasionada pelo armazenamento além de gerar uma produção contínua no viveiro com melhor aproveitamento da mão de obra. Durante todas as fases das mudas no viveiro é realizado controle de irrigação, adubação, ervas daninha e de insetos e doenças.

A seleção no campo dos indivíduos (espécies arbóreas e arbustivas), para coleta de sementes é dirigida de modo que ocorra a maior diversificação de espécies e de indivíduos da mesma espécie, observando o grupo ecológico a que pertencem, ajustando a produção de mudas com o percentual necessário estabelecido para cada grupo ecológico, pioneira, secundária e clímax.

As sementes devem ser retiradas de frutos maduros colhidos diretamente nas plantas ou imediatamente após a queda natural, durante todo ano, mas com maior concentração no período que antecede a estação de chuvas.

As mudas são produzidas preferencialmente a partir de sementes, podendo também ser utilizado métodos de propagação vegetativa, tais como, estacas, tubérculos, rizomas, etc.

Em função do pouco conhecimento sobre os processos fisiológicos de germinação e armazenamento de sementes de espécies nativas, a semeadura no viveiro é feita logo após a coleta dos frutos e beneficiamento das sementes, buscando evitar redução do poder germinativo.

**Tabela 23. Preparo de sementes para produção das mudas**

O que fazer	Como fazer
1- <b>Limpeza</b>	Após a coleta é realizado o despulpamento, removendo a polpa dos frutos carnosos para separação das sementes, evitando danos mecânicos.
2- <b>Quebra do endocarpo</b>	Remoção do endocarpo com objetivo de facilitar a germinação das sementes.
3- <b>Lavagem das sementes</b>	As sementes removidas são lavadas com água e detergente neutro, reduzindo a incidência de fungos e outros patógenos.
4- <b>Classificação</b>	Retirada das sementes inviáveis (chochas ou danificadas).
5- <b>Secagem</b>	As sementes são colocadas para secar em local arejado e sombreado.
6- <b>Quebra de dormência</b>	Identificação da causa e adoção de procedimento para quebra de dormência.

Os principais motivos de ocorrência de dormência em sementes são: impermeabilidade à água, embrião imaturo, presença de inibidores de germinação

- **Preparo do substrato**

Traço do substrato utilizado no viveiro de produção de mudas:

- 1 lata (20 litros) de composto orgânico;
- 4 carrinhos de mão de solo;
- 10 gramas de FTE BR 12;

- 80 gramas de KCL;
- 100 gramas de calcário dolomítico;
- 200 gramas de superfosfato triplo.

Este material após mistura é utilizado para enchimento dos sacos de polietileno apropriados ao plantio de mudas.

Os sacos preparados são colocados nos canteiros estando em condições de receber plântulas transplantadas do germinadouro ou o plantio direto das sementes.

- **Semeadura**

No germinadouro (canteiros preparados para germinação de sementes), as sementes são plantadas em sulcos rasos e irrigadas com frequência (4 vezes ao dia). O transplante para os sacos plásticos é realizado após o aparecimento do primeiro par de folhas, sendo nos primeiros dias após o transplante necessário o sombreamento do canteiro.

Algumas espécies são plantadas diretamente nos sacos plásticos, utilizando sementes em quantidade variável em função da taxa de germinação da espécie, plantadas numa profundidade de um a três centímetros.

- ✓ **Manejo do viveiro de produção de mudas**

**Tabela 24. Atividades relacionadas ao processo de produção de mudas no viveiro**

O que fazer	Como fazer
✓ Controle de formigas cortadeiras	Uso de iscas formicidas ou inseticida de contato, quando detectado o ataque de formiga.
✓ Irrigação dos canteiros	A irrigação é realizada basicamente duas vezes ao dia na fase inicial (do plantio até o aprofundamento do sistema radicular das mudas) e uma vez por dia quando as mudas apresentarem um maior desenvolvimento.
✓ Remoção de vegetação invasora	Realizada de acordo com a necessidade a limpeza dos canteiros e áreas entorno retirando vegetação invasora
✓ Controle fitossanitário	O controle de pragas e doenças é realizado de forma corretiva, sendo indicado de acordo com a incidência e o nível de danos provocados pelo ataque de insetos, fungos e bactérias.
✓ Adubação	A adubação de manutenção das mudas no viveiro é realizada com frequência média de 45 dias utilizando 5 gramas do adubo formulado 4-14-8 por embalagem, ou quantidade equivalente de N-P-K com outra formulação.

## 14. MANUTENÇÃO DAS ÁREAS RECUPERADAS

Nas áreas em processo de recuperação após concluídos os processos de reconformação e revegetação, serão planejadas ações de acompanhamento e controle, visando o pleno estabelecimento da cobertura vegetal e a estabilidade. Nos plantios já realizados são previstas intervenções em áreas identificadas, atendendo as necessidades de replantio, adubação de cobertura, correções na drenagem, aceramento.

### Anexo 1 do **PI CSAC 24 – Movimentação de Terra de Corte e Aterro** - LV do **PI CSAC 24 / 01 – Drenagem e Estabilidade de Solo.**

Depois de realizado o plantio de mudas e sementes no campo são previstas ações visando o pleno estabelecimento das espécies e a sustentabilidade da cobertura vegetal e .

#### 14.1. TRATOS CULTURAIS

São práticas de cultivo necessárias para garantir o desenvolvimento dos indivíduos introduzidos nas áreas revegetadas até o seu estabelecimento.

Tratos culturais considerados: Adubação de cobertura, controle de insetos e doenças, limpeza de coroamento e tutoramento.

A frequência e necessidade de implementação dos tratos culturais relacionados será definida mediante avaliação de cada parcela recuperada.

- **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 é realizada 30 a 45 dias após o plantio das mudas e no ano seguinte, no início do período chuvoso, até o pleno estabelecimento das espécies.

O adubo deve ser colocado no solo escarificado no círculo sob a projeção da copa das plantas.

As quantidades aplicadas seguem o mesmo princípio das recomendações no plantio, sendo indicados 3 níveis.

- **Controle de insetos e doenças**

As áreas devem ser monitoradas e observadas as ocorrências de insetos fitófagos e sintomas de doenças nas plantas. Caso haja ataque de insetos e doenças devem ser observados o nível de danos, de modo a restringir a aplicação de defensivos agrícolas. Se houver necessidade de uso de agrotóxicos, são recomendados produtos de ação seletiva.

- **Roçada de coroamento**

Anualmente no período de maior concentração de chuvas na região, deve ser verificada a incidência de espécies trepadeiras concorrendo com as plantas arbóreas plantadas, e se necessário, realizar roçada de coroamento, com o corte raso da vegetação na projeção da copa, mantendo os ramos cortados no local, produzindo cobertura morta em torno do caule.

- **Aceramento**

O controle preventivo contra ocorrência de fogo nas áreas revegetadas deve ser realizado construindo aceros no perímetro das áreas, realizando o corte raso da vegetação e a remoção do material resultante, numa faixa de 2 a 4 metros de largura, variando conforme o porte da vegetação na área. O período previsto para de largura, variando conforme o porte da vegetação na área. O período previsto para realização deste serviço está compreendido entre o fim da estação chuvosa e o início da seca.

- **Tutoramento**

O tutoramento de mudas arbóreas utilizadas na revegetação visa garantir a integridade de mudas estioladas até o seu pleno estabelecimento. A necessidade de implementação deste trato cultural será avaliada nas inspeções de campo previstas no processo de monitoramento das áreas recuperadas.

- **Replântio**

O monitoramento das áreas identificará a necessidade de replântio de mudas. As causas podem ser por morte de mudas no campo ou por necessidade de adensamento de pontos que requeiram esta intervenção. No programa de produção de mudas em viveiro deve ser previsto o percentual de replântio, devendo ser realizado no início do período das chuvas.

#### **14.2. REVISÃO DAS ESTRUTURAS DE DRENAGEM E CONSERVAÇÃO DE SOLO**

As estruturas de drenagem e conservação de solos das áreas degradadas serão revisadas com objetivo de identificar possíveis alterações que possam comprometer a estabilidade do sistema, determinando as ações de controle necessárias como remoção de material assoreado nos canais dos terraços, recomposição dos diques dos terraços, recomposição de superfícies ravinadas, instalação de estruturas de drenagem e conservação de solos complementares.

#### **14.3. MONITORAMENTO**

O processo de monitoramento das áreas degradadas, em processo de recuperação, segue orientação do **PI CSAC 06 - Monitoramento, Medição e Mensuração de Desempenho em SSTMA**, onde são definidas as ferramentas de monitoramento dos processos desenvolvidos na obra, com os seguintes registros : LV – Listas de verificação, inspeções rotineiras e planejadas, RI – Relatórios de inspeção, inspeções não planejadas e RNC – Registro de não conformidade.

A LV – Lista de verificação, elaborada para avaliar o processo de recuperação das áreas degradadas, **Anexo 1 do PI CSAC 24 – Movimentação de Terra de Corte e Aterro**, identificada como **PI CSAC 24 / 01 – Drenagem e Estabilidade de Solo**, é aplicada seguindo planejamento para realização de inspeções nas áreas do canteiro com periodicidade definida. Na LV PI CSAC 24 / 01 são abordados os seguintes Itens:

- ✓ Inspeção visual dos taludes de corte e aterro, platôs e bermas;
- ✓ Acúmulo de água em cavas de exploração de jazidas ou pontos baixos;
- ✓ Sistema de drenagem provisória;
- ✓ Leito de drenagem ou curso d água assoreado;
- ✓ Implantação correta de corta-rios;
- ✓ Controle de descidas d água;
- ✓ Existência de diques perimétricos (bota foras de solo);
- ✓ Condições dos canais perimétricos e diques de retenção de sedimentos;
- ✓ Limpeza e manutenção do canal perimétrico e diques de retenção de sedimentos;
- ✓ Implantação prévia e manutenção de diques de retenção de sedimentos;
- ✓ Execução dos trabalhos de recuperação e drenagem;
- ✓ Adoção de dispositivos de amortecimento hidráulico;
- ✓ Condição da cobertura vegetal;
- ✓ Execução de enrocamento para estabilização de talude e contenção de sedimentos;
- ✓ Execução de bacia de sedimentação;
- ✓ Aparecimento de pontos erosivos e sinal de carreamento de material;
- ✓ Adoção de bermas de alívio

## 15. RECUPERAÇÃO DO BOTA FORA /SOLO E ROCHA – MARGEM ESQUERDA

IDENTIFICAÇÃO DAS ÁREAS (Tabela nº 4)	ATIVIDADE	ÁREA TOTAL PREVISTA / ha
BOTA FORA ME	Bota fora de solo e Bota fora de rocha	448,86

Os depósitos dos bota foras de solo serão construídos baseados nas diretrizes estabelecidas pela **NBR13029 - Julho/1993 Elaboração e apresentação de projeto de disposição de estéril**, visando à estabilização, a harmonização paisagística e a adequação para o estabelecimento da cobertura vegetal. Para tanto, a geometria dos taludes deverá permitir uma estabilidade adequada, instalados sistemas de drenagem, implantados sistemas de contenção de sedimentos, de maneira a evitar a instalação de processos erosivos e o assoreamento de talvegues e cursos d'água.

Durante o lançamento do material nos bota foras, antes da conformação final e implantação dos dispositivos de drenagem, serão instalados diques de rocha e bacias de acumulação nos limites do bota fora com objetivo de conter a dispersão de sólidos e o conseqüente assoreamento de talvegues e cursos d água.

**Figura nº 14.** 1512/2009 - Vista aérea de Bota fora de rocha e de solo



**Figura nº 15.** 15/12/2009 - Sequência de fotos do Bota fora 2 (solo) – 01/03. Cordão de rocha instalado nos limites do bota fora de solo para conter dispersão de sólidos durante o processo de lançamento de material, mostrando talude ainda não conformado.



**Figura nº 16.** 10/04/2010 - Sequência de fotos do Bota fora 2 (solo) – 02/03. Reconformação da superfície do talude, lançamento de camada de solo vegetal e plantio de forrageiras



**Figura nº 17.** 18/12/2010 - Seqüência de fotos do Bota fora 2 (solo) – 03/03. Estabilização do talude recuperado, evidenciando o início do processo de sucessão natural da vegetação, com ocorrência natural de espécies arbóreas e arbustivas nativas



## 15.1. CÁLCULO DE ESTABILIDADE/ DEFINIÇÃO DA GEOMETRIA/ BOTA FORAS/ SOLO

### ✓ Documentos de referência:

- DE(9-09-04) PROJETO DO BOTA FORA DE SOLO - R1 – fornecido pelo Consórcio Santo Antonio Civil (CSAC);
- Sondagens a trado: ST-197, 199, 201, 205, 213, 215, 217, 219, 221, 223, 225, 230, 241, 243, 245, 249 e 251.

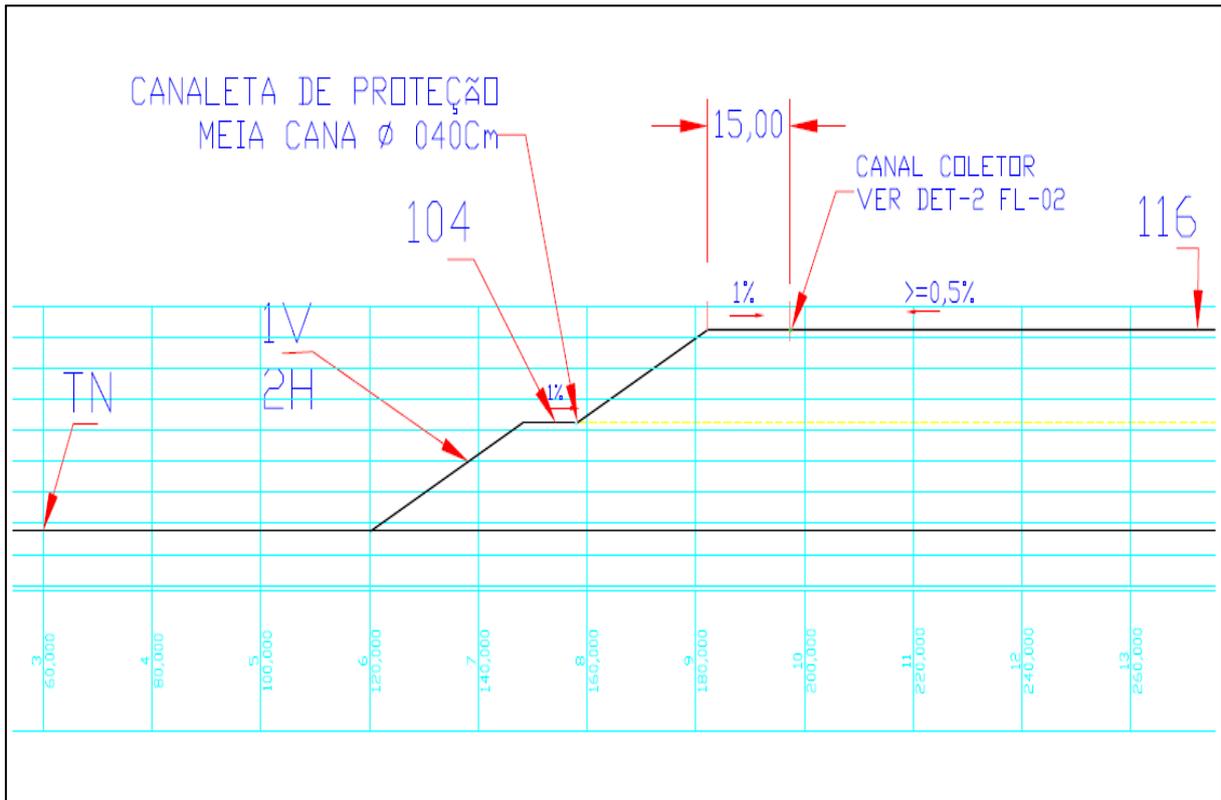
### 15.1.1. Geometria e seções de análise

A localização e geometria do bota-fora analisado podem ser observadas no desenho:

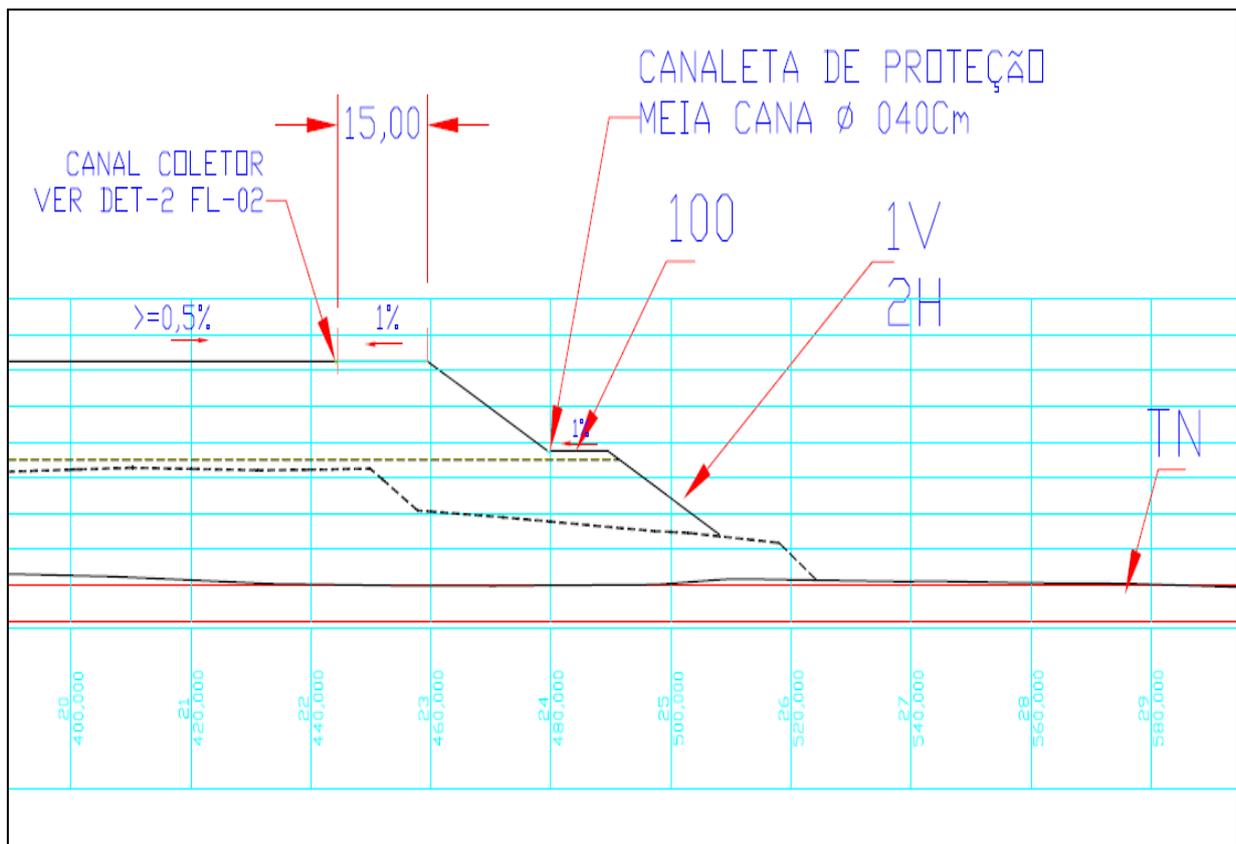
#### DE(9-09-04) PROJETO DO BOTA FORA DE SOLO-R1.

Foram escolhidas duas seções representativas das condições mais desfavoráveis quanto à estabilidade, quais sejam: talude oeste representado no corte BB, ver figura 10, e talude leste representado no corte CC, ver figura 11.

**Figura nº 18. Talude oeste – corte BB.**



**Figura nº 19. Talude leste – corte CC.**



### 15.1.2. Parâmetros geológico-geotécnicos e critérios de aceitação

A fundação da área de bota-fora é uma plataforma em solo laterítico conforme pode ser observado nas sondagens a trado executadas na região. A capa mais superficial de solo orgânico foi removida para apoio do material lançado. Empregando-se o modelo de Mohr-Coulomb para a envoltória de resistência do material de fundação, adotou-se, de forma conservadora, **ângulo de atrito de 30° e coesão de 5kPa**.

Para o material lançado no bota-fora, considerou-se presença de argila, cuja baixa compactação é dada exclusivamente pela circulação de equipamentos de terraplenagem no processo de lançamento. **Adotou-se ângulo de atrito de 25° e coesão de 5kPa**.

Os materiais menos resistentes, oriundos de decapagem com presença de matéria orgânica, deverão ser objeto de zoneamento, a fim de garantir uma faixa de material mais resistente nas proximidades dos taludes.

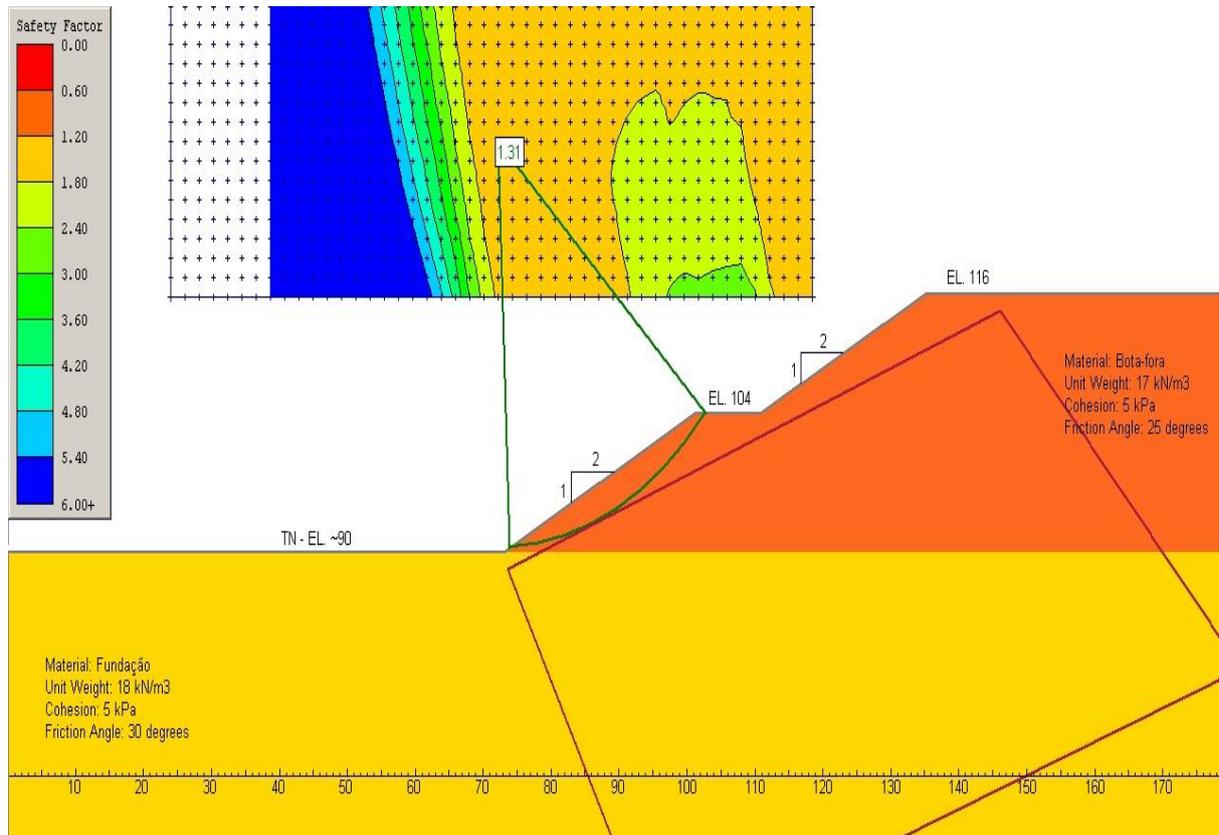
Não foi considerada a formação de nível freático superficial no terreno de fundação, que se encontra em cota elevada. Também no maciço de material lançado não se considerou a influência da água, hipótese que deverá ser garantida por um adequado sistema de drenagem superficial.

**Por tratar-se de uma estrutura definitiva, mas não vital, cuja recomposição pode ser efetuada a qualquer tempo, caso seja necessário, considera-se aceitável um fator de segurança (FS) igual ou superior a 1,30.**

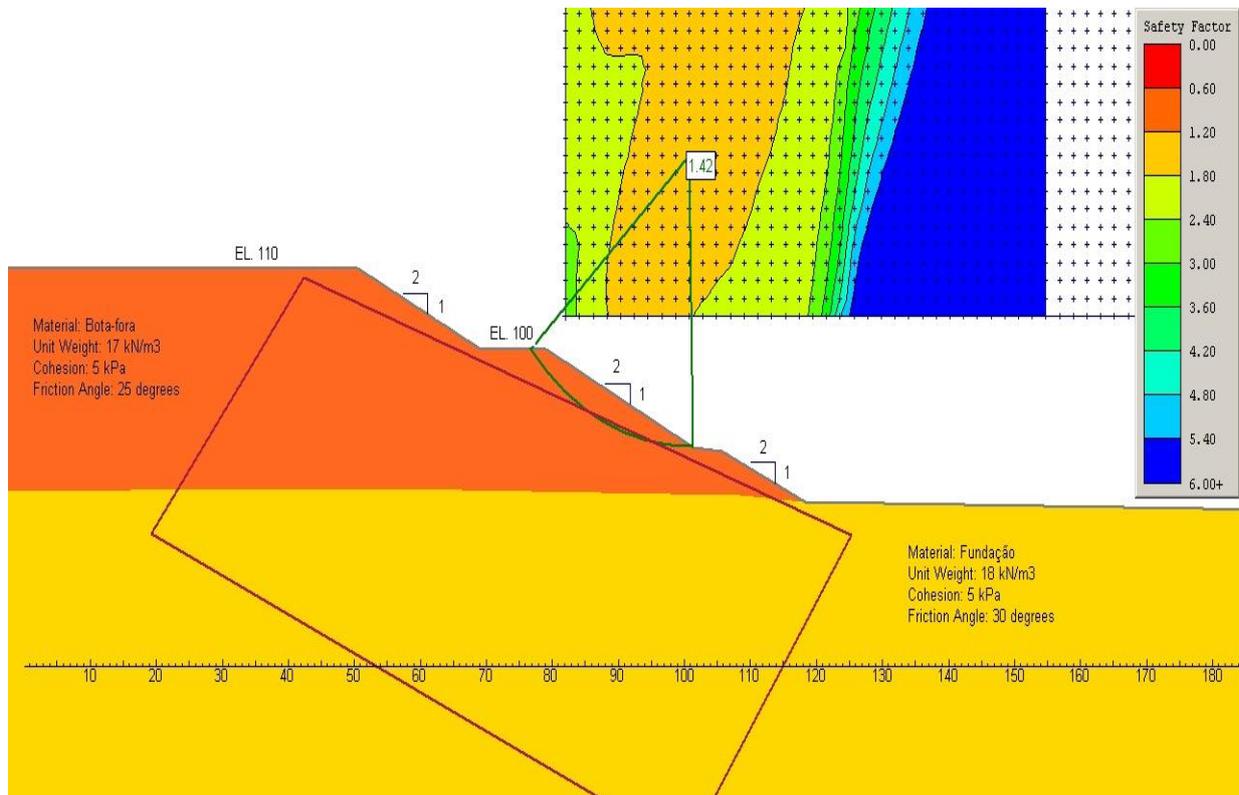
### 15.1.3. Análises efetuadas e resultados obtidos

Para as análises de estabilidade das seções consideradas foi utilizado o programa SLIDE, da Rocscience, que emprega o método de equilíbrio limite no cálculo do fator de segurança das superfícies analisadas, através do processo de Spencer, nesse caso. O programa busca a superfície crítica, mínimo FS, dentre as milhares especificadas.

**Figura nº 20. Seção oeste – corte BB – FS=1,31.**



**Figura nº 21. Seção leste – corte CC – FS=1,42.**

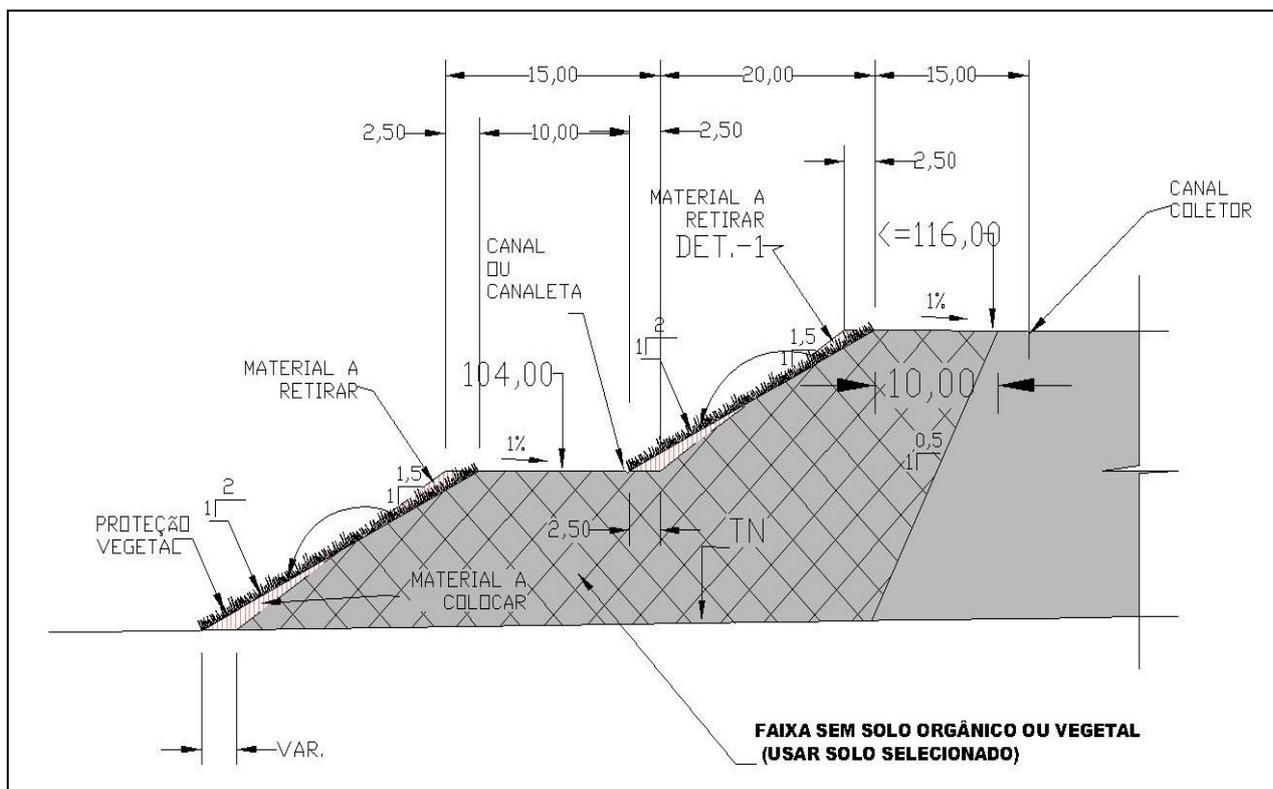


## 15.2. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

As seções analisadas com talude de 1V : 2H e bermas de equilíbrio com 10,0m de largura e altura dos taludes de até 12,0m, apresentam fator de segurança que atende aos critérios empregados nas análises. Os círculos críticos, em ambas as seções, localizam-se entre bermas e demonstram a estabilidade local dos taludes. Círculos profundos, passando pela fundação do aterro apresentam fatores de segurança superiores aos apresentados, não condicionado a estabilidade global dos taludes.

Recomenda-se o zoneamento do aterro de bota-fora, mantendo um afastamento mínimo da face do talude, para o lançamento de materiais menos resistentes, conforme apresentado na figura 14, a seguir.

**Figura nº 22. Limite do lançamento de material orgânico / vegetal.**



Um adequado sistema de drenagem contemplando a declividade das praças, canaletas coletoras de concreto e estruturas de descidas de água com dissipação de energia, é fundamental para o controle da freática no maciço, satisfação das hipóteses de cálculo consideradas e bom desempenho da estrutura em longo prazo.

De acordo com a norma **NBR13029 - Julho/1993 - Elaboração e apresentação de projeto de disposição de estéril**, a geometria dos depósitos de solo dos bota foras atenderá às condições de altura máxima dos bancos individuais de 10 metros e bermas com largura mínima de 6,0

metros, de maneira a possibilitar a implantação do sistema de drenagem superficial e o tráfego para as operações de reabilitação e manutenção, em anexo desenho **CO-GL-03-027 R 1 – Folhas 1/3, 2/3, 3/3 Bota fora ME EL.110 Planta e Seção.**

Quando necessário, em áreas erodidas por processos naturais ou decorrentes das intervenções da obra, se fará a conformação pelo retaludamento, através de operações mecanizadas e/ou manuais de cortes e aterros.

Os cortes se farão a partir da superfície superior aplainada do terreno natural. Os aterros serão conformados por materiais compactados em taludes adjacentes as paredes das erosões, e em camadas com acabamento sub horizontal executadas sobre a parte inferior da erosão. O aterro de fundo terá no mínimo 1 m de espessura, objetivando a proteção dos pés dos cortes e aterros e o dreno de fundo.

A definição da conformação dos taludes busca principalmente a estabilidade com atendimento a fatores mínimos em longo prazo. Outro fator determinante na geometria do retaludamento é o equilíbrio entre os volumes de cortes e aterros.

A superfície do terreno dos taludes de cortes e aterros serão protegidos por proteção vegetal, e, em algumas situações, associada a retentores orgânicos naturais de sedimentos.

Nos contatos entre cortes e aterros e em trechos superiores a 10 m de altura serão colocados retentores orgânicos naturais de sedimentos, dispostos longitudinalmente nas superfícies taludadas no sentido transversal ao do escoamento das águas de drenagem.

Os retentores orgânicos naturais de sedimentos utilizados no processo podem ser de fibra processada em cilindros ou formados por leiras de material lenhoso proveniente da supressão vegetal, composto de raízes, galhos e restos de vegetação, dispostos nas superfícies taludadas no sentido transversal ao do escoamento das águas (Figuras 15 e 16). Sua aplicação no local é realizada com trator de lâmina, conduzindo o material orgânico até o ponto de formação da leira no talude.

A largura média da leira de retentor orgânico natural é de 2 metros. Na formação da cobertura vegetal, pelas características deste substrato, será formado um conjunto homogêneo de vegetação, incorporado plenamente a harmonia paisagística da superfície recuperada.

**Figura nº 23.** 10/12/2008 - Retentor orgânico natural instalado na superfície do talude de aterro do bota fora 01 ME



**Figura nº 24.** 07/10/2010 - Cobertura vegetal, estrutura de drenagem e conservação de solo do Bota Fora 1 –ME



A cobertura vegetal proposta no processo de recuperação do bota fora de solo será separada seguirá a orientação do item 13 - Revegetação de áreas degradadas para cobertura vegetal de superfície taludada e cobertura vegetal da superfície plana.

Nas superfícies taludadas serão utilizadas espécies forrageiras, gramíneas e leguminosas, de porte herbáceo, semi-arbustivo e arbustivo.

Nas superfícies planas serão utilizadas espécies arbóreas associadas a espécies forrageiras nos espaços entre as covas de plantio das arbóreas, conforme especificado no item 13 – Revegetação de áreas degradadas.

**Figura nº 25.** 07/02/2011 - Recuperação do Bota fora 1, evidenciando estabelecimento da vegetação empregada



Os bota foras de rocha serão conformados com objetivo de favorecer o eventual aproveitamento futuro do material estocado.

Visando um tratamento paisagístico será lançado, na face do bota fora voltada para o canteiro pioneiro , camada de solo seguido de revegetação da superfície.

**Figura nº 26.** 07/10/2010 - Lançamento de solo em parte da superfície do talude do bota fora de rocha, na face voltada para o canteiro pioneiro, com objetivo de favorecer o uso futuro do material estocado e a harmonização paisagística



## 16. CENTRAL DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS

IDENTIFICAÇÃO DAS ÁREAS (Tabela nº 4)	ATIVIDADE	ÁREA TOTAL PREVISTA / ha
<p><b>Central de Gerenciamento de Resíduos</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ células do aterro sanitário;</li> <li>✓ baias para disposição provisória de resíduos;</li> <li>✓ canteiros de compostagem e biorremediação;</li> <li>✓ incineração de resíduos perigosos;</li> <li>✓ prensagem e enfardamento de papel e plástico para reciclagem;</li> <li>✓ acessos internos e pátios de circulação</li> </ul>	<p>11,27</p>

A estrutura da Central de Gerenciamento de Resíduos é composta de:

- células para disposição de resíduo comum (Aterro sanitário);
- canteiros de compostagem;
- canteiros de biorremediação para tratamento de solo contaminado por produtos oleosos;
- galpão para instalação do incinerador;
- galpão para instalação de prensa enfardadeira de papel e plástico e disposição provisória de resíduos perigosos (lâmpadas, pilhas, baterias).

As células para disposição do lixo comum são impermeabilizadas com geomembrana e possuem sistema de drenagem e coletor do chorume gerado. A estrutura implantada elimina a percolação do chorume no perfil do solo, e a conseqüente contaminação do solo e de águas subterrâneas.

O lixo comum disposto nas células reúne características específicas se comparado ao lixo urbano, devido à coleta seletiva implantada no canteiro, que retira do lixo o resíduo perigoso, como oleosos, ambulatoriais, pilhas e baterias entre outros.

Os restos de alimentos são destinados a compostagem orgânica.

Os canteiros de tratamento de solo por biorremediação são impermeabilizados com geomembrana, controle necessário para evitar a contaminação do solo. Os efluentes gerados no processo são coletados e tratados num SAO – Separador de água e óleo. O processo é monitorado para avaliação da qualidade do efluente tratado com base nos padrões de lançamento estabelecidos na CONAMA 357.

Na desmobilização da Central de Gerenciamento de Resíduos serão coletadas amostras de solo e de água subterrânea, para atestar a inexistência de passivos relacionados à contaminação pelo chorume ou por produtos oleosos.

As análises de solo serão realizadas a partir de amostras coletadas na superfície do terreno nas áreas próximas aos canteiros de bioremediação e incinerador de resíduos perigosos.

As análises da água subterrânea serão realizadas a partir de amostras coletadas em poços escavados no terreno. Os poços serão abertos um a montante e dois a jusante das células do aterro sanitário, considerando sentido da drenagem natural do terreno. A profundidade dos poços de monitoramento será determinada pelo nível do lençol freático.

**Figura nº 27.** 07/1/2009 – Imagem aérea das estruturas da Central de Gerenciamento de Resíduos e Paio de Explosivos



As células do aterro sanitário serão utilizadas durante todo período de obras, recebendo o lixo comum gerado no canteiro.

Na medida em que cada célula for totalmente ocupada será imediatamente recuperada. O processo de recuperação envolve inicialmente o lançamento de camada de aproximadamente 80 cm de solo argiloso na superfície, orientada para conformação abaulada, visando além de promover o selamento do terreno e cobertura final dos resíduos, evitar o acúmulo e favorecer o escoamento lateral das águas pluviais.

Sobre a superfície conformada será lançado solo vegetal e executado o plantio de forrageiras e espécies arbóreas, conforme orientação apresentada no item 13 deste procedimento.

A superfície final do maciço esta sujeita a processos de recalçamento. As formas de recalçamento mais significativas são as resultantes da própria degradação dos resíduos aterrados, ocorrendo com maior freqüência nas regiões onde é maior a altura do aterro.

Com a cobertura verde e o plantio das árvores consegue-se, além de visual mais agradável, uma diminuição no carreamento do material de cobertura, e um aumento na estabilidade da superfície das células recuperadas.

Devem ser implantados, nas áreas ainda existentes, os drenos de água pluvial, que serão responsáveis pelo recolhimento das águas pluviais, encaminhando-as para fora da área do aterro.

No controle de drenagem e conservação de solo, o levantamento topográfico da área da central de gerenciamento de resíduos e do entorno, determinará o tipo de estrutura necessária para conter o deflúvio e direcionamento do excesso para drenagem no terreno natural em locais seguros.

**Figura nº 28.** 07/1/2010 – Recuperação da primeira célula do aterro sanitário após preenchida com 600 toneladas de resíduos



## 17. PAIOL DE EXPLOSIVOS

IDENTIFICAÇÃO DAS ÁREAS (Tabela nº 4)	ATIVIDADE	ÁREA TOTAL PREVISTA / ha
Paio de explosivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ tanques de emulsão;</li> <li>✓ escritório administrativa de apoio;</li> <li>✓ paiol de acessórios;</li> <li>✓ paiol de explosivos;</li> <li>✓ pátios de circulação</li> </ul>	8,68

Após o encerramento das atividades no local será realizado o desmonte e remoção de toda estrutura implantada, tais como: tanques de emulsão, escritório e depósito, paióis, redes de energia elétrica, cercas e reservatórios d água.

As edificações existentes deverão ser desmontadas e transportadas para outras áreas, onde poderão ser temporariamente depositadas até o transporte para o destino final.

As estruturas de alvenaria, pisos, paredes, instalações sanitárias, serão demolidas e os resíduos classe 2b – inertes gerados no processo, classificados segundo a ABNT 10004, serão removidos para disposição em aterros.

A reconformação do terreno na área do paiol consiste basicamente no corte dos aterros implantados como divisórias dos paióis de explosivos e acessórios, e do talude conformado para instalação dos tanques de emulsão. As intervenções são baseadas em cortes e aterros, visando uma harmonização com a linha de relevo e promover condições de estabilidade necessárias.

No controle de drenagem e conservação de solo o levantamento topográfico da área do paiol e o entorno determinará o tipo de estrutura necessária para conter o deflúvio e direcionamento do excesso para drenagem no terreno natural em locais seguros.

Para preparo da superfície do terreno da parcela compactada é necessário realizar intervenção de equipamento com escarificador, de modo a descompactar o solo, melhorar a infiltração da água e favorecer o enraizamento das espécies vegetais utilizadas na formação da cobertura vegetal.

Seguido a escarificação será realizado o lançamento de camada de solo vegetal em toda superfície da parcela para plantio de espécies arbóreas e forrageiras conforme orientação no item 13 deste procedimento.

## 18. ACESSOS PROVISÓRIOS

IDENTIFICAÇÃO DAS ÁREAS (Tabela nº 4)	ATIVIDADE	ÁREA TOTAL PREVISTA / ha
ACESSOS AME 05 e AME 19/20	✓ Trânsito de veículos e equipamentos	0,30

Os acessos provisórios construídos durante a execução das obras, utilizados para o trânsito de veículos e equipamentos nas áreas do canteiro, são definidos nas Especificações Técnicas Construtivas das Obras Civis do Projeto Básico de Engenharia da UHE Santo Antônio, contemplando controles de drenagem, proteção de taludes de corte e aterro, transposição de talvegues e cursos d'água, de modo a garantir o livre escoamento das águas e o controle de processos erosivos.

As seções dos acessos envolvendo áreas alagáveis deverão receber proteção adequada através de revestimentos, enrocamento ou providências similares, garantindo sua estabilidade e evitando erosão.

Este documento trata das técnicas e operações necessárias para recuperação dos acessos provisórios após a liberação de uso nas obras, promovendo à estabilização da área, adequando às estruturas de drenagem, conservação de solos e formação da cobertura vegetal.

A recomposição dos acessos busca integrar a área degradada ao entorno, através da preparação da superfície do terreno com escarificação mecanizada e construção de leiras transversais ao fluxo d'água nas parcelas declivosas, garantindo a estabilidade do terreno e as condições necessárias ao estabelecimento da vegetação.

As etapas básicas do processo de abertura dos acessos provisórios são as seguintes:

- marcação do traçado do acesso pela equipe de topografia;
- remoção e enleiramento da vegetação e do solo vegetal;
- definição das cotas de corte e aterros;
- definição das estruturas de drenagem.

**Figura nº 29.** 07/1/2010 – Acesso provisório AME 05. Forro de rocha na proteção do aterro e descida d água



**Figura nº 30.** 07/12/2010 – Instalação de proteção de crista no aterro do acesso, conformação de drenagem e plantio de taludes



**Figura nº 31.** 07/1/2010 – Faixa lateral dos acessos provisórios plantada com forrageiras e apresentando a ocorrência natural de espécies nativas a partir da borda florestada



Com os dados do levantamento topográfico são definidos os volumes do material envolvido no capeamento do leito dos acessos, nos cortes e aterros, definindo a inclinação dos taludes, implantação de estruturas de drenagem e transporte de sobras de material para bota foras.

A reconformação da área degradada dos acessos provisórios não prevê grandes intervenções, considerando a implantação das estruturas necessárias a estabilização das áreas durante as obras.

Caso necessário será construído leira transversal ao sentido dos acessos nas áreas declivosas, com objetivo de evitar o escoamento superficial das águas pluviais com potencial erosivo, contendo o deflúvio e direcionando o excesso para drenagem no terreno natural em locais seguros.

Para preparo da superfície do terreno da parcela compactada do leito dos acessos é necessário realizar intervenção de equipamento com escarificador. Esta prática visa descompactar o solo, melhorar a infiltração e reduzir o escoamento superficial, favorecer o enraizamento das espécies vegetais utilizadas na formação da cobertura vegetal.

A revegetação dos acessos provisórios será favorecida pela rebrota natural das espécies nativas a partir da borda florestada, tendendo ao fechamento natural da área desnudada, acelerado pelas intervenções propostas neste procedimento.

A revegetação dos taludes de corte e aterro será realizada através do plantio direto com uso de sementes de espécies forrageiras em toda superfície do terreno.

## 19. CANTEIROS DE APOIO MD e ME

IDENTIFICAÇÃO DAS ÁREAS (Tabela nº 4)	ATIVIDADES	ÁREA TOTAL PREVISTA / ha
CANTEIROS ME 01 e ME 02	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ canteiro pioneiro, escritórios;</li> <li>✓ centrais de concreto e britagem, laboratório de concreto, estoque de rocha;</li> <li>✓ <b>plant de combustíveis;</b></li> <li>✓ centrais de armação, carpintaria, pré moldados, industrial e hidráulica;</li> <li>✓ ambulatório médico;</li> <li>✓ <b>oficina mecânica, rampas de lavagem e lubrificação;</b></li> <li>✓ almoxarifado;</li> <li>✓ cozinha, refeitórios;</li> <li>✓ alojamentos, áreas de lazer;</li> <li>✓ estoques de solo vegetal;</li> <li>✓ ETAs;</li> <li>✓ <b>ETE;</b></li> <li>✓ viveiro de produção de mudas</li> </ul>	204,30
CANTEIROS MD	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>posto de combustível;</b></li> <li>✓ centrais de armação, carpintaria e pré moldados;</li> <li>✓ ambulatório médico;</li> <li>✓ almoxarifado;</li> <li>✓ refeitório;</li> <li>✓ jazida JT 04;</li> <li>✓ ETA;</li> <li>✓ <b>ETE;</b></li> <li>✓ paiol de explosivos</li> </ul>	107,40

Nos canteiros ME 01 e ME 02 algumas estruturas / atividades relacionadas acima (em negrito), por apresentarem potencial de geração de passivos ambientais, serão tratadas posteriormente, neste procedimento, apresentando as considerações específicas para cada caso.

O procedimento para recuperação da jazida de solo - JT 04, será tratado juntamente com o procedimento de recuperação da jazida JT 07 – “carecão”, no item seguinte, dado a similaridade dos processos e aspectos comuns nas ações propostas para recuperação.

O procedimento para recuperação da área do paiol de explosivos, estrutura do canteiro MD, segue orientação apresentada anteriormente no item 16, referente a recuperação da área do paiol de explosivos da margem esquerda.

Após o encerramento das atividades no local, será realizado o desmonte e remoção de toda estrutura implantada, tais como: alojamentos, escritórios administrativos, pátios industriais, oficinas, redes de energia elétrica, etc. As edificações existentes deverão ser desmontadas e transportadas para outras áreas, onde poderão ser temporariamente depositadas até o transporte para o destino final.

As estruturas de alvenaria, pisos, paredes, instalações sanitárias, serão demolidas e os resíduos classe 2b – inertes gerados no processo, classificados segundo a ABNT 10004, serão removidos para disposição em aterros.

**Figura nº 32.** 15/09/2010 – Canteiro de apoio ME



Após a remoção das estruturas implantadas no local, será realizado o levantamento topográfico da área, determinando a parcela real degradada e os volumes de solo necessários para cobertura dos pátios com forro de rocha e de solo vegetal a ser lançado em toda superfície recuperada.

O serviço de reconformação do terreno será executado basicamente por Trator de lâmina, e consiste na realização de pequenos cortes e aterros visando à harmonização da linha de relevo do terreno em relação à área entorno.

A conformação final da área do canteiro de apoio não deverá ser alterada de forma significativa, considerando terem sido adotados os critérios técnicos na realização das intervenções nas áreas, direcionados para mitigar impactos ambientais, garantir a estabilidade do terreno em compatibilidade com a estrutura implantada no local, associado a pouca movimentação de solo.

Em determinadas parcelas, como os pátios de montagem eletromecânica, centrais de concreto e britagem e oficinas industriais, devido ao uso de forro de rocha na preparação do terreno para instalação das estruturas de apoio, no processo de preparação do terreno para revegetação será lançada camada de solo estéril com 1 metro de espessura em toda superfície do forro de rocha, para depois ser lançada a camada de solo vegetal, compondo o novo perfil do solo. **(Desenho CO-GL-20-009 R3 )** , em anexo.

**Figura nº 33.** 07/10/2010 – Pátios com forro de rocha das estruturas de apoio ME



O volume de solo vegetal estocado proveniente do decapeamento das áreas do canteiro onde foram implantadas as estruturas determina a espessura da camada a ser devolvida na superfície do terreno das áreas degradadas em processo de recuperação **(Tabela nº 7)**.

A espessura da camada do material orgânico distribuído será proporcional ao volume do material existente nas pilhas, que por sua vez terá variação em função do tipo de solo explorado.

Nas parcelas recuperadas na área do canteiro a espessura de solo vegetal a ser lançada será de 30 cm, valor de referência utilizado para recomposição da área (**Desenho CO-GL-20-009 R3**), em anexo.

Nas parcelas degradadas do canteiro de apoio o solo vegetal será transportado do local onde foi empilhado para a área recuperada, onde será lançado e distribuído em camada uniforme.

### **19.1. PLANT DE COMBUSTÍVEIS**

As Recuperações das áreas dos postos de combustíveis instalados nas margens direita e esquerda requerem cuidados adicionais aos descritos anteriormente.

Na desmobilização dos postos de abastecimento de combustíveis serão coletadas amostras de solo e de água subterrânea, para atestar a inexistência de passivos relacionados à contaminação por produtos derivados de petróleo.

As análises de solo serão realizadas a partir de amostras coletadas na superfície do terreno nas áreas próximas as estruturas de tancagem e abastecimento de combustíveis.

As análises da água sub superficial serão realizadas a partir de amostras coletadas em poços escavados no terreno. Os poços serão abertos um a montante e dois a jusante da área do plant de combustível, considerando sentido da drenagem natural do terreno. A profundidade dos poços de monitoramento será determinada pelo nível do lençol freático no local.

As estruturas e equipamentos instalados serão removidos, mantido o SAO até a conclusão da lavagem do piso e diques de contenção. O efluente gerado neste processo receberá o tratamento necessário antes de lançado no corpo receptor.

As estruturas de alvenaria, pisos, paredes, instalações sanitárias, após a lavagem, serão demolidas e os resíduos classe 2b – inertes gerados no processo, classificados segundo a ABNT 10004, serão removidos para disposição em aterros.

O processo de desmobilização dos plant's de combustíveis deverá ser comunicado ao órgão ambiental licenciador da atividade, SEDAM – Secretaria do Estado de Desenvolvimento Ambiental.

### **19.2. ETE – ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS**

Após conclusão da obra, desmonte do canteiro de obra, redução do efetivo, as estruturas de saneamento existentes serão desmobilizadas.

Essa condição prevista já no início da obra, de modo que todos os sistemas adotados possuam as melhores condições de atendimento à obra, inclusive a facilidade do seu início de operação e encerramento, atendendo assim, as exigências de qualidade ambiental e preservação do meio ambiente em todas as fases da obra - início, meio e fim. Sistemas modulares foram instalados

visando o acompanhamento do cronograma de mobilização e desmobilização da mão de obra no canteiro.

**Figura nº 34.** 07/10/2010 – ETE da ME – Estruturas modulares (3 módulos) compostos por lagoas facultativas e aeróbicas



As lagoas de tratamento de esgotos das ETE's, depois de estabilizados os efluentes sanitários nela contidos, verificado através de análise laboratorial, serão drenadas, com bombeamento de fluxo controlado, e descartada a fração líquida no corpo receptor.

Concluído a drenagem das lagoas, os sólidos sedimentados retidos receberão tratamento de desinfecção, com aplicação de cal virgem em toda superfície do lodo. Em seguida as lagoas serão aterradas, para evitar acúmulo de água e proporcionar harmonização com a linha de relevo do terreno vizinho.

#### 19.2.1. Roteiro básico de encerramento da ETE.

- ✓ Efluente restante

Observado o prazo final da obra e aproximando-se desse período, o controle de parâmetros de monitoramento para avaliar a qualidade de tratamento do efluente e as condições de lançamento do efluente no corpo receptor, atendendo as exigências dos órgãos ambientais deve ser ainda mais rigoroso, são eles:

- Vazão Afluente e Efluente (entrada e saída);

- Tempo de Detenção Hidráulico - TDH;
- DBO;
- DQO;
- Nitrogênio;
- Fósforo;
- Coliformes Totais;
- Coliformes Fecais ou Escherichia Coli

Cessada a entrada de esgoto ao sistema de tratamento, a saída do mesmo deverá obedecer aos valores médios de saída dos parâmetros acima monitorados.

O efluente restante à lagoa deverá ser lançado naturalmente ou bombeado (baseado na obediência do TDH, vazão e demais parâmetros) para lançamento final até que reste apenas lodo nas lagoas.

O lodo deverá, após o esgotamento da fração líquida da lagoa, ser inertizado com aplicação de cal.

As células deverão ser preenchidas com solo, conformando de forma abaulada a última camada lançada, de modo a favorecer o escoamento lateral e reduzir a infiltração.

Sobre a superfície conformada será distribuída camada uniforme de solo vegetal seguida do plantio de espécies arbóreas em consórcio com forrageiras, conforme orientação do item 13 deste procedimento.

## 20. JAZIDA DE SOLO JT 07 – CARECÃO

IDENTIFICAÇÃO DAS ÁREAS (Tabela nº 4)	ATIVIDADES	ÁREA TOTAL PREVISTA / ha
JAZIDA DO CARECÃO	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ jazida de solo;</li> <li>✓ estoque de solo vegetal;</li> <li>✓ aterro sanitário;</li> <li>✓ ETE – Estação de tratamento de esgotos MD;</li> <li>✓ pátio de materiais</li> </ul>	90,56

A recuperação da ETE, aterro sanitário e pátio de materiais, parcelas inseridas na área denominada jazida do carecão, seguirão orientação descrita anteriormente no item 19 deste procedimento.

Após a remoção das estruturas implantadas no local será realizada uma primeira conformação do terreno. Esta intervenção, realizada com uso de trator de lâmina, consiste basicamente na quebra dos taludes formados pelos cortes no terreno para remoção do bem mineral explorado.

O objetivo desta primeira intervenção é criar melhores condições para o trabalho da equipe de topografia, favorecendo o levantamento planoaltimétrico para definição das estruturas de drenagem e conservação de solos necessários.

O serviço de regularização da área, antes da realização do levantamento topográfico será acompanhado por engenheiro responsável de modo a orientar as pequenas intervenções necessárias. Após a regularização e o levantamento topográfico, alterações que se façam necessárias serão definidas e realizadas de acordo com projeto.

Os critérios adotados para definição das estruturas de drenagem serão baseados nos itens 12 e 13 deste procedimento.

A elaboração do projeto para recuperação das jazidas de argila e cascalho será concluído após encerrada a exploração das jazidas.

## 21. RECUPERAÇÃO DE ÁREAS CONTAMINADAS POR PRODUTOS OLEOSOS

A potencial contaminação de solo pode ocorrer devido a vazamentos / derramamentos de produtos químicos, em especial de hidrocarbonetos derivados de petróleo, em função da existência de processos / atividades tais como:

- armazenamento e manuseio de óleos lubrificantes, combustíveis e graxas em tambores e tanques;
- abastecimento e Lubrificação de veículos em Oficinas Mecânicas e nas Frentes de Serviços;
- lavagem de veículos;
- vazamentos de fluido hidráulico em equipamentos fora de estrada;
- armazenamento de tintas e solventes em áreas de pintura de peças e estruturas;
- armazenamento temporário de resíduos sólidos perigosos.

Esta sistemática de remediação de áreas contaminadas, implementada durante o período de obra, considera três níveis de cenários com suas respectivas medidas mitigadoras:

- Pequeno Porte;
- Médio Porte;
- Grande Porte

### ✓ **Pequeno Porte**

Em geral as situações de emergência de vazamentos / derramamentos no empreendimento apresentam pequeno porte, sendo tratadas com ações de mitigação descritas no Guia Técnico para Elaboração de Situações de Emergência de SSTMA, nos termos do procedimento **PG-C-12**. Tais ações consistem basicamente na remoção do solo contaminado, colocação do material em tambor, devidamente identificado e envio para armazenamento temporário e posterior tratamento ambiental adequado, conforme procedimento **PG-C-25 – Gerenciamento de Resíduos Sólidos**. Por outro lado, as medidas de prevenção dessas ocorrências encontram-se previstas em diversas sistemáticas constantes do Programa Integrado de SSTMA.

### ✓ **Médio Porte**

Para tratamento de situações de médio porte e potencial de degradação ambiental do solo, deverá promover a recuperação da área degradada, através da condução de uma avaliação / caracterização da extensão e grau de contaminação, segundo requisitos legais locais e eventuais ajustamentos de conduta junto as Agências Ambientais pertinente, visando preliminarmente, a imediata correção do processo / atividade gerador e a possibilidade de assimilação / atenuação natural da contaminação, sem intervenções adicionais e com a devida monitoração.

### ✓ Grande Porte

Na remota hipótese de cenários de grande porte, associadas a vazamentos de grandes volumes e / ou a situações de geração contínua ao longo do tempo, deverá considerar a utilização do tratamento de solo contaminado por óleos e graxas pelo processo de biorremediação, que visa promover a ação de microorganismos existentes no próprio solo para degradação de poluentes e uma redução a níveis aceitáveis para o uso futuro.

O tratamento de solos contaminados por produtos orgânicos pelo processo de biorremediação, quando comparado com processos químicos e físicos, se apresenta como alternativa ambientalmente mais segura e eficiente.

O projeto de biorremediação foi apresentado e aprovado pela SEDAM – Secretaria de Estado e Desenvolvimento Ambiental.

Entre as principais técnicas de biorremediação, destacam-se:

- ✓ Bioestímulo: adição de nutrientes que aumentam a atividade microbiana nativa;
- ✓ Bioaumento: adição de linhagens microbianas exógenas degradadoras;
- ✓ Adição de Surfactantes: auxiliam a metabolização dos compostos poluentes, facilitando o transporte destes substratos orgânicos para o interior das células microbianas ou diminuindo as interações superficiais contaminante / solo;
- ✓ Adição de enzimas comerciais: favorecem a oxidação de moléculas de difícil degradação em outras de fácil assimilação pelos microorganismos.

No caso de adoção do tratamento de solos contaminados “On Site”, o Empreendimento deve atender aos seguintes requisitos ambientais:

- ✓ Preparação do terreno, com abertura de canteiro para tratamento e impermeabilização e instalação de drenagem do lixiviado;
- ✓ Preparação do substrato do canteiro de tratamento com medidas de:
  - Diluição: adição de percentual de solo ao material contaminado;
  - Distribuição do material na área demarcada para o tratamento;
  - Adubação;
  - Incorporação do material obtendo substrato homogêneo e enleirar o solo em canteiros longitudinais.
  - Manejo dos canteiros de tratamento com operações de irrigação, revolvimento do solo e remoção do solo tratado.

Caso a opção seja pelo tratamento “Ex Situ”, devem assegurar através de suas áreas de Administração Contratual /Comercial, a devida regularidade ambiental da empresa prestadora de serviços, frente aos requisitos de licenciamento ambiental aplicáveis no local.

✓ Requisitos de prevenção em segurança do trabalho

Como requisitos de prevenção aos perigos / riscos de segurança do trabalho identificados nas APNR's elaboradas no Pilar de Planejamento do Programa Integrado de SSTMA, o Contrato considera as seguintes medidas de gerenciamento no processo de recuperação de áreas degradadas:

A equipe de integrantes responsável pela condução operacional do processo de recuperação / restauração de áreas degradadas deve usar, em função de requisitos legais / contratuais e suas competências / cargos / funções, os equipamentos de proteção individual, tais como:

- Uniforme – calça e blusa;
- Botas de segurança com biqueira de aço;
- Óculos de segurança;
- Capacetes com jugular;
- Luvas de raspa, kevlar, etc;
- Proteção respiratória
- Proteção facial;
- Filtro solar;
- Repelente, em áreas sujeitas a mosquitos e endêmicas;
- Perneira – como prevenção da exposição a animais peçonhentos e / ou sinantrópicos;
- Protetor auricular;
- Capacete com proteção para os olhos e ouvidos e calça de nylon para operadores de motosserra.

A título de prevenção de princípios de incêndio nas áreas revegetadas, serão construídos aceros no perímetro dessas áreas, através do corte raso da vegetação e remoção do material resultante, com largura variando conforme o porte da vegetação envolvida.

Em caso de incidentes com lesões o CSAC – Consórcio Santo Antônio Civil prevê o acionamento do Programa de Emergências Médicas e Primeiros Socorros – **PEMPS – PG-C-13**.

Como parte do processo de consolidação de conceitos e conscientização em SSTMA, esse elenco de requisitos de segurança do trabalho pode ser objeto de temas a serem abordados dentro de suas sistemáticas de realização de TDTs – Treinamentos Diários de Trabalho.

✓ Monitoramento

Como verificação da eficácia e eficiência das ações de prevenção de STMA na recuperação de áreas degradadas, será realizado monitoramento do processo, sob responsabilidade das áreas de Produção e de SSTMA, através do:

- Acompanhamento periódico do processo de revegetação;

- Medição do atendimento aos padrões de lançamento e de qualidade dos corpos de água local em termos de sedimentos e outros parâmetros exigidos localmente – Em termos brasileiros pela Resolução CONAMA nº 357 / 05 – Padrões de Corpos de Água;
- ✓ Inspeções de campo, tendo como referência o procedimento **PI CSAC 24 - Movimentação de Terra de Corte e Aterro**;

Todos os parâmetros que venham a ser monitorados / medidos devem ser tratados conforme previsto no procedimento **PG-C-06 – Monitoramento, Medição e Mensuração de Desempenho em SSTMA**, integrante do Bloco de Verificação do **PI-SSTMA**.

## 22. PROJETO BÁSICO PARA CONFINAMENTO DE SEDIMENTOS COM EVENTUAIS TRAÇOS DE MERCÚRIO

Este item do PRAD apresenta o projeto básico para confinamento de sedimentos com eventuais traços de mercúrio provenientes dos processos escavação dentro do canteiro de obra da UHE Santo Antonio.

O local identificado para construção destas estruturas, caso necessário, tanto na margem esquerda como na margem direita, apresenta proposta de área total aproximada de 4.000 m<sup>2</sup> com volume útil de 8.400 m<sup>3</sup>. Este projeto visa garantir a manutenção estratégica e ambientalmente segura da operação e confinamento do material em questão.

### ✓ Conceção e execução da etapa

O projeto contará com quatro células para confinamento do sedimento, sendo duas na margem esquerda da e duas na margem direita. Cada célula apresenta uma área de 1000 m<sup>2</sup> (20 x 50m) e volume útil de 2.100 m<sup>3</sup>. Considerando uma densidade média do sedimento na faixa de 1,7 t/m<sup>3</sup>, cada célula terá a capacidade de estocar 3.570 toneladas de sedimento.

Considerando que as células são de operações unitárias requerendo garantias ambientais, fora dimensionado um dreno testemunho para cada célula. Esta concepção de projeto foi estabelecida para tornar mais preciso a detecção de possíveis vazamentos. Sendo assim os drenos serão locados paralelamente a base inferior da vala após a camada de impermeabilização de PEAD (**anexos CO-GL-20-006 R1**).

O local de instalação destas estruturas na margem esquerda será próximo ao aterro sanitário, e na margem direita nas imediações da estação de tratamento de esgotos, conforme plantas em anexo.

### ✓ Terraplenagem

O projeto de terraplenagem envolve o detalhamento dos serviços de terraplenagem visando à escavação e aterro para implantação dos acessos definitivos e drenagens superficiais.

Os principais condicionantes do projeto de escavação da área são:

- Estabilidade do talude;
- Obtenção do volume de escavação necessário para execução dos aterros do Sistema de impermeabilização e cobertura do sedimento;
- Configuração de uma base adequada para implantação das células;
- Armazenamento do Solo Superficial para utilização posterior como substrato para o plantio de grama sobre os taludes e para a implantação da cortina arbórea.

### ✓ Descrição dos elementos drenantes

- Drenagem Superficial

A erosão constitui uma ameaça, não só com relação à perda de solo propriamente dita, como também de seus nutrientes naturais, com o conseqüente arraste de material e assoreamento de bacias de drenagem, lagos, rios, reservatórios e canais, com nítido prejuízo aos recursos hídricos, destruição e aniquilamento da vida vegetal nas áreas atingidas.

A erosão pode provocar extensos danos aos taludes, auxiliando no desenvolvimento de instabilidades geotécnicas que podem ser extremamente danosas ao meio ambiente. Em vista desses fatos é imprescindível que o controle dos fenômenos de erosão, através da implantação de um eficaz sistema de drenagem superficial, seja efetuado desde o início das obras, durante o seu desenvolvimento (drenagem provisória) e após seu final (drenagem definitiva), denominada medidas preventivas. Deste modo são evitados os efeitos nefastos acima descritos.

Qualquer sistema de drenagem para este tipo de estrutura contempla a necessidade da implantação de uma drenagem provisória (enquanto as obras se desenvolvem e os taludes ainda não são definitivos) e uma drenagem permanente, implantada nos locais onde já não se espera nenhuma atividade de disposição de materiais.

- Drenagem Provisória

A drenagem provisória engloba todos os serviços de controle de escoamento superficial para evitar a infiltração/erosão nas praças e/ou taludes em decorrência do fluxo de águas oriundas de precipitações pluviométricas, enquanto ainda não estiver implantado o sistema de drenagem definitivo. Engloba também as drenagens necessárias nas estradas de acesso.

O princípio básico do controle de erosão durante a realização das obras (drenagem superficial provisória) consiste em minimizar o transporte de sedimentos, disciplinando o fluxo das águas pluviais, evitando que os sedimentos atinjam a drenagem natural ou a bacia hidrográfica da área.

A execução do sistema de drenagem provisória consiste, basicamente, na implantação de canaletas escavadas em áreas críticas, propensas a erosão, inclusive no entorno da célula. Os procedimentos a seguir descritos serão empregados na fase de implantação do aterro.

- Especificação dos Serviços de Drenagem Provisória

Todo material escavado deverá ser espalhado lateralmente de modo a ser evitada a formação de leiras que impeçam o fluxo de água.

Nos locais em declividade mais acentuada, poderá ser feito o revestimento com brita/pedra de mão.

Deve-se manter constante a manutenção nessas canaletas (principalmente durante chuvas intensas e de longa duração), zelando para que todos os danos constatados (entupimentos etc.) sejam sanados.

### ✓ Drenagem Definitiva

A drenagem definitiva compreende obras de consolidação do sistema de drenagem provisória e deverá ser executada à medida que se for encerrando os serviços de operação nas áreas providas de drenagem provisória.

O sistema de drenagem definitivo englobará fundamentalmente o disciplinamento das águas pluviais através de serviços de terraplanagem que orientarão o fluxo de água para fora da célula de sedimentos.

- Proteção Superficial com forrageiras

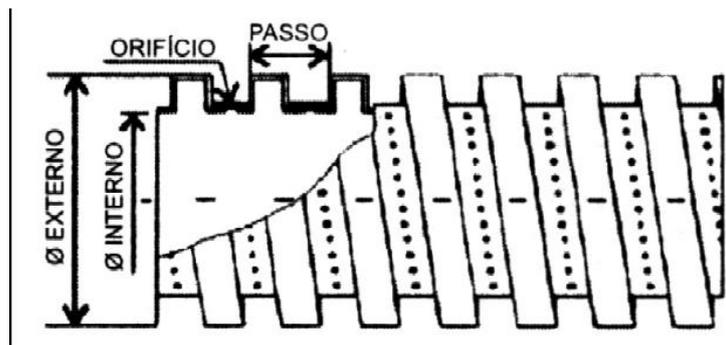
O serviço de proteção vegetal dos taludes tem como finalidade proteger as áreas expostas dos mesmos, proporcionando condições de resistência à erosão superficial e preservando, tanto quanto possível, as características da paisagem natural vizinha.

- Dreno de lixiviados na Fundação

A execução do dreno de percolado é uma operação de fundamental importância, pois é através dele que escoará todo o percolado gerado em todas as camadas, encaminhando-o para as caixas de acumulação e coleta a serem implantadas.

O líquido drenado será ficar retido em tanques de acumulação estanques. O líquido coletado será encaminhado para análises em laboratório e com base nos Idos serão tomadas os procedimentos ambientalmente cabíveis.

Esse sistema será constituído por tubulação de PEAD perfurado, com diâmetro de 150 mm envolta em brita n.º 4, com berço de brita ou concreto armado, em valas escavadas na fundação.



As valas deverão ser executadas com as dimensões de 0,40 m de largura por 0,40 m de altura, com equipamentos apropriados e, sempre que necessário, serão executados sistemas de escoramento construtivo.

Nos locais em que o sistema de drenagem for disposto sobre a geomembrana, a escavação da vala deverá ser executada previamente ao lançamento da mesma. Após a escavação, a vala deverá ser preparada de forma a garantir que o fundo apresente aspecto uniforme, sem a

existência de depressões e/ou saliências oriundas da presença de blocos de rochas preexistentes. O acerto ou o reaterro parcial da vala deverá ser executado com solo argiloso compactado por meio de sapos mecânicos. A geomembrana dupla em PEAD contornará os drenos inferiores e a sua base, e transpassará à esquerda e à direita.

Após o posicionamento da geomembrana em PEAD de 2,00 mm, deverá ser lançada nova camada de solo argiloso, o qual também deverá ser compactado por meio de equipamentos apropriados.

Uma vez atingido este estágio, a superfície interna será protegida com manta geotêxtil Bidin OP-30 ou similar. A manta deverá ter dimensões suficientes para assegurar o envolvimento integral da vala, garantindo ainda um traspasse igual à largura da vala, na sua parte superior. Em seguida haverá o lançamento da camada de brita n.º 4, convenientemente espalhada, posicionando-se então os tubos perfurados de concreto CA-2 de 150 mm de diâmetro. Na seqüência, deverá ser feito o preenchimento das valas com material granular.

#### ✓ Impermeabilização de base

Para o controle do lixiviado será utilizado o sistema de impermeabilização da base constituído por uma camada de aterro argiloso compactado sobre o qual será aplicada manta de PEAD de 2,00 mm de espessura.

“As bases e barreiras protetoras (*liners*) são recursos tecnológicos utilizados quando se deseja reter ao máximo possível a percolação de um líquido (chorume, rejeitos líquidos, hidrocarbonetos e outros) de forma que ele não atinja as águas naturais“ (LEITE, 1995).

Serão implantadas células com 3,00 metros de profundidade e a partir daí, será feita a impermeabilização com manta de PEAD, espessura 2,00 mm, para proteção do solo e lençol freático.

Após a retirada do solo vegetal e a terraplanagem da área, serão executados os serviços de impermeabilização da base da célula. O método utilizado será o da compactação de camadas horizontais de argila com 0,25 m de espessura, oriundas de jazidas e do próprio solo removido nos serviços de terraplanagem.

A camada de solo que servirá de base para o aterro deverá ser a mais homogênea e trabalhável possível, isenta de blocos grandes de matacos, com características físicas que possibilitam alcançar o coeficiente de permeabilidade  $k < 10^{-7}$  cm/s após compactação.

O material nativo poderá ser melhorado em alguns casos, através do revolvimento e recompactação da camada mais superficial melhorando sua resistência e permeabilidade. Se este procedimento for insuficiente, será providenciada a colocação de uma camada de solo suplementar, que supra as deficiências do solo natural quanto à permeabilidade e resistência.

Além da compactação deverá ser executada impermeabilização com aplicação de geomembrana PEAD, espessura 2,00 mm, em toda a área de depósito do material (base do aterro). Sobre essa manta será executada camada de solo devidamente compactado com espessura de 0,50 m para proteção mecânica da geomembrana.

Durante a execução das camadas deverão ser realizados os ensaios pertinentes para comprovação do atendimento às especificações

✓ **Impermeabilização e especificação da manta de PEAD**

A fornecedora deverá possuir um sistema de controle de qualidade do material durante a fabricação da geomembrana, como parte de seu plano de CQ/GQ (Controle de Qualidade / Garantia de Qualidade).

A geomembrana deverá ser ensaiada de acordo com as especificações da ASTM e os resultados destes ensaios deverão se situar dentro dos limites indicados na tabela a seguir.

**Tabela 25. Atividades relacionadas ao processo de produção de mudas no viveiro**

Propriedades	Metodologia	Unidade	0,5 mm	0,8 mm	1 mm	1,5 mm	2mm
Espessura	ASTM D-5199	mm	nominal	nominal	<b>nominal</b>	nominal	nominal
Densidade	ASTM D-1505 / D-792	g/cm <sup>3</sup>	0,94	0,94	<b>0,94</b>	0,94	0,94
Tensão de Escoamento	ASTM D-6693 TIPO IV	KN/m	7,5	12	<b>15</b>	22	29
Tensão de Ruptura	ASTM D-6693 TIPO IV	KN/m	13,5	21	<b>27</b>	40	53
Alongamento no Escoamento	ASTM D-6693 TIPO IV	%	12	12	<b>12</b>	12	12
Alongamento na Ruptura	ASTM D-6693 TIPO IV	%	700	700	<b>700</b>	700	700
Resistência ao rasgo	ASTM D-1004	N	63	100	<b>125</b>	187	249
Resistência a perfuração	ASTM D-4833	N	160	256	<b>320</b>	480	640
Teor de Negro de Fumo	ASTM D-1603	%	2 a 3	2 a 3	<b>2 a 3</b>	2 a 3	2 a 3
OIT (200°C, Al)	ASTM D-3895	minutos	100	100	<b>100</b>	100	100

## 22.1. MEMORIAL DE CÁLCULO

### ✓ Dimensões das Valas Sépticas

#### a) Considerações de Projeto

Inclinação dos Taludes (i) = 1:2 (v:h)

Profundidade da vala (p) = 3,00 m

Volume total estimado para confinamento do sedimento ( $V_T$ ) = 8.400 m<sup>3</sup>

#### b) Cálculo do Volume da célula

$$V_i = [(A + a) \cdot p] / 2$$

Onde:

$V_i$ : Volume de uma célula (m<sup>3</sup>)

A: Área do Patamar Superior (m<sup>2</sup>)

a: Área da Fundação (m<sup>2</sup>)

p: Profundidade da vala (m)

$$V_i = [(1000 \text{ m}^2 + 400 \text{ m}^2) \cdot 3,00 \text{ m}] / 2$$

$$V_i = 2.100,00 \text{ m}^3$$

Logo para 4 células com 2.100 m<sup>3</sup> cada uma, teremos um total de aproximadamente 8.400 m<sup>3</sup>.

$$V_i = V_{\text{final}}$$

### Conclusão:

O volume determinado para as células comportam a demanda necessária para o confinamento dos eventuais sedimentos com traços de mercúrio, que possam ocorrer, provenientes das escavações obrigatórias.

## 22.2. PLANO DE ENCERRAMENTO E USO FUTURO DA ÁREA

As células impermeabilizadas geralmente ocupam grandes áreas, alterando a topografia, as condições de escoamento das águas superficiais e subterrâneas, bem como outras características da região, sofrendo, conseqüentemente, uma ação intensa das próprias forças da natureza, que tendem a alterar ou assimilar as novas condições. Por isso, estes locais, mesmo já encerrados, exigem obras especiais que protejam as suas estruturas durante um tempo mais ou

menos longo. Para tanto, devem ser consideradas as suas dimensões e características construtivas, até que o mesmo esteja totalmente integrado ao meio ambiente local e, portanto, em condições de relativa estabilidade.

Após o encerramento da disposição em célula dos sedimentos com traços de mercúrio que foram escavados na UHE de Santo Antonio deverá ser executada mais uma cobertura com o objetivo de diminuir a percolação da água de chuva, diminuindo assim o volume de lixiviados. Sobre a superfície final deverá ser executado o plantio de forrageiras nas áreas onde ainda não exista cobertura verde.

Objetivando reintegrar a área das células às características apresentadas no em torno deverá ser feito o plantio de espécies árvores preferencialmente nativas.

Devem ser implantados, nas áreas ainda existentes, os drenos de água pluvial, que serão responsáveis pelo recolhimento das águas pluviais, encaminhando-as para fora da área da célula.

### **23. CRONOGRAMA DE ATIVIDADES**

O cronograma de desmobilização das parcelas da área do canteiro estão apresentadas no documento S-CR-CC-CSG00-P00-0001 R0, em anexo.

### **24. ANEXOS**

**24.1. ART – Anotação de responsabilidade técnica**

**24.2. Resultados das análises de solo**

**24.3. DESENHO CO-GL-20-009 R 03 – Canteiro de obras ME e MD. PRAD**

**24.4. DESENHO CO-GL-03-027 R 1 – Folhas 1/3, 2/3, 3/3 - BOTA FORA ME EL.110 PLANTA E SEÇÃO**

**24.5. DESENHO CO –GL-20-006 R1 – Vala para confinamento de sedimentos com eventuais traços de mercúrio**

**24.6. DESENHO CO-GL-20-004 R 0 – Viveiro florestal – ME**

**24.7. CRONOGRAMA**

## 25. BIBLIOGRAFIA

- Adamoli, J.; Machado, J.; Azevedo, L.G. & Madeira-Netto, J. 1987. Caracterização da Região dos Cerrados. In: Goedert, W.J. (ed.). Solos dos Cerrados: tecnologias e estratégias de manejo. EMBRAPA - CPAC - NOBEL, São Paulo.
- A.Primavesi. 1981. A agricultura em regiões tropicais. Manejo ecológico do solo. Rio de Janeiro, Nobel, 541 p.
- Bahia, V.G; Ribeiro, M.A.V, 1998. Conservação do solo e preservação ambiental. UFLA- Universidade federal de Lavras, MG. pp 23-98
- Cavalcanti, T.B; Carvalho-Silva, M.; Gualda, C.M.A. & Pereira-Silva, G. 1996. Resgate de germoplasma e levantamento no reservatório e na área de influencia do Aproveitamento Hidrelétrico Corumbá, Goiás: Relatório Anual 1995. Cenargen/Embrapa, Brasília, DF. 113 p.
- Cavalcanti, T.B., Pereira-Silva, G. Carvalho-Silva, M. 2002. Resgate e Conservação da Flora no Aproveitamento hidrelétrico Cana Brava, Goiás. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Relatório técnico. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Documentos 87. 40 p.
- Cavalcanti, T.B. Silva, S.P.C., Pereira-Silva, G. Carvalho-Silva, M. 2002. Caracterização Florística, fitossociológica e estimativa de estoque de material lenhoso da área prevista para Implantação do canteiro de obras do AHE São Salvador, TO. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Relatório técnico. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Documentos 90. 32 p.
- Cordovil-Silva, A. & Cavalcanti, T.B. 1996. Plano de recuperação de áreas degradadas do Aproveitamento Hidrelétrico (AHE) Corumbá, GO. Documento interno Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. 14 p.
- DNPM, 1994. Plano plurianual para o desenvolvimento do setor mineral, vol. 1, Brasília, 146 p.
- Ibama. 1990. Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração: técnicas de recuperação. Brasília, DF. 96 p.
- Ibama / FUB , 1994. “Desenvolvimento de metodologias de recuperação de áreas degradadas pela mineração em áreas protegidas”, II Relatório Técnico do Convênio Ibama / FUB 031/92, Universidade de Brasília, Departamento de Ecologia, 32 p.
- JGP Consultoria e Participações Ltda, 2008. “Requerimento de Autorização para Supressão da Vegetação da área de Apoio às Obras do AHE Santo Antônio”, Porto Velho – RO, Relatório, 91 p

- Laboriau, L.G.; Valio, I.F.M. & Heringer, E.P. 1964. Sobre o sistema reprodutivo de plantas de cerrado. An. Acad. Brasil. Ci. 36(4): 449-464.
- Laboriau, L.G.; Valio, I.F.M.; Laboriau, M.L.S. & Handro, W. 1963. Nota sobre a germinação de sementes de plantas de cerrado em condições naturais. Rev. Brasil. Biol. 23 (3): 227-237.
- L.L.Leite et alii, 1992. "Efeitos da descompactação e adubação do solo na revegetação espontânea de uma cascalheira no Parque Nacional de Brasília", in Recuperação de áreas Degradadas / I Simpósio Sul – Americano e II Simpósio Nacional, Foz do Iguaçu, pp.527-534.
- M.Kobiyana et alii, 1993. "Recuperação de áreas degradadas – conceito, um exemplo e uma sugestão", encarte da Revista Bios, ano II, número 6, pp 95-102, ABES, Rio de Janeiro.
- Pereira, R.A. 1990. Influencia de fatores edáficos sobre a revegetação natural de áreas de empréstimo em latossolos sob cerrado. Dissertação de Mestrado. Departamento de Ecologia. Universidade de Brasília, Brasília, DF. 133 p.
- N.C Alves. 2003. Plano de Recomposição e Revegetação das áreas Degradadas. Plano de Recuperação das Áreas Degradadas do canteiro de obras da UHE-Irapé.
- R.C Barth. 1989. "Avaliação da recuperação de áreas degradadas mineradas no Brasil", in Boletim Técnico , número 1, Sociedade de Investigações Florestais – SIF, Universidade Federal de Viçosa – UFV, Instituto Mineiro de Mineração- IBRAM, 41 p
- R.C.A Mendes, 1989. " Restrições físicas ao crescimento radicular em latossolo muito argiloso", Universidade de Brasília, Departamento de Ecologia, tese de mestrado, 85 p.
- R.S.Corrêa e B.Melo Filho, 1996. "Comparação entre duas formas de coveamento em área minerada", in VIII Simpósio sobre o Cerrado e I International Symposium on Tropical Savannas, Embrapa / CPAC, Brasília, pp 436-440.
- Valio, I.F.M. & Moraes, V. 1966. Sobre o sistema reprodutivo das plantas do cerrado. An. Acad. Brasil Ci. 38: 219-224.