



DOCUMENTO Nº: **PL- URA-04**

EDIÇÃO: **1ª**

CÓPIA Nº:

REVISÃO: **1**

DESIGNADO PARA:

CÓPIA:

CONTROLADA:

NÃO CONTROLADA:

Caetité, março de 2013.

PREPARAÇÃO E APROVAÇÃO:

Preparado por:
CPRAT.M

João Paulo Mendes de Almeida

Verificado por:
CPRAT.M

Edvaldo Cruz dos Santos

Verificado por:
CPRAT.M

Pedro Luis dos Santos Dias

Verificado por:
GELIQ.M

Lupicino Costa Teixeira

Aprovado por:
GPROT.M

Hilton Mantovani Lima

SUMÁRIO

1.	IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO.....	10
2.	APRESENTAÇÃO.....	11
3.	INTRODUÇÃO.....	12
4.	OBJETIVOS.....	13
5.	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	14
6.	ÁREAS DE INFLUÊNCIA.....	15
6.1	Área de Influência Direta.....	15
6.1.1.	Meio Físico.....	15
6.1.2.	Meio Biológico.....	15
6.1.3.	Meio Antrópico.....	16
6.1.4.	Estudos Radiológicos.....	16
6.2.	Área de Influência Indireta.....	17
7.	LEGISLAÇÃO PERTINENTE.....	19
8.	CARACTERIZAÇÃO LOCAL E REGIONAL.....	23
8.1.	Bioma.....	23
8.2.	Clima.....	23
8.3.	Geologia e Geomorfologia.....	25
8.3.1.	Geologia.....	25
8.3.2.	Geomorfologia.....	27
8.4.	Pedologia.....	29
8.4.1.	Classificação dos Solos.....	29
8.4.2.	Permeabilidade.....	32
8.4.3.	Declividade.....	34
8.4.4.	Condutividade Hidráulica.....	35
8.5.	Bacia Hidrográfica.....	36

8.6.	Qualidade das Águas	49
8.7.	Meio Biótico.....	51
8.7.1.	Cobertura Vegetal	52
8.7.2.	Fauna.....	56
8.8.	Meio Antrópico	63
8.8.1.	Atividades Econômicas e Estrutura Produtiva	63
8.8.2.	Uso e Ocupação do Solo.....	64
9.	CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	66
9.1.	Métodos de Lavra.....	69
9.1.1.	Lavra a Céu Aberto	70
9.2.	Lavra Subterrânea.....	73
9.3.	Depósito de Estéril e Minério Lixiviado	74
9.3.1.	Método de Disposição do Estéril e Minério Lixiviado	77
9.4.	Descrição dos Métodos Produtivos	79
9.5.	Bacias de Contenção e Reciclagem de Efluentes Líquidos	82
9.5.1.	Descrição da Origem e Fluxo dos Efluentes Líquidos	82
9.5.2.	Parâmetros Hidrológicos	84
9.6.	Configuração Atual das Bacias de Contenção e Reciclagem de Efluentes Líquidos	89
9.7.	Configuração Atual das Demais Áreas de Atividades de Produção	91
9.8.	Principais Impactos Ambientais Provocados pelo Empreendimento.....	92
10.	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	93
10.1.	Áreas de Vegetação Suprimida e com Previsão de Supressão	93
10.2.	Áreas em Processo de Recuperação	93
10.3.	Medidas Mitigadoras de Impacto Ambiental	95
10.4.	Áreas Prioritárias para Recuperação.....	96
11.	TÉCNICAS E MODELOS DE RECUPERAÇÃO	97

11.1. Seleção de Espécies e Marcação de Matrizes	97
11.2. Coleta e Beneficiamento de Sementes.....	98
11.3. Produção de mudas	100
11.4. Preparo da área	114
11.4.1.Recomposição Topográfica	114
11.4.2.Adubação	114
11.4.3.Coveamento	115
11.4.4.Lançamento de sementes.....	115
11.4.5.Plantio de mudas	116
11.4.6.Manutenções Subseqüentes.....	116
11.4.7.Replântio	116
11.5. Uso de <i>Topsoil</i>	116
11.6. Modelo Sucessional	117
11.7. Modelo de Nucleação.....	118
11.8. Recuperação de Taludes	119
11.9. Recuperação do Depósito de Estéril e Minério Lixiviado	120
12. MEDIDAS DE PREVENÇÃO, CONTROLE E MANUTENÇÃO	121
12.1. Medidas de Proteção ao Fogo.....	121
12.2. Controle de Espécies Invasoras	121
12.3. Proteção e Conservação do Solo	122
12.4. Proteção e Conservação dos Recursos Hídricos	123
12.4.1.Águas Superficiais	123
12.4.2.Águas Subterrâneas	123
13. DESCOMISSIONAMENTO	125
13.1. Mina a Céu Aberto	125
13.2. Mina Subterrânea.....	127

13.3. Encerramento dos <i>Ponds</i>	128
13.3.1.Unidade de Processo - Bacias da Lixiviação e Outras.....	128
13.3.2. Unidade de Processo - Bacias da Contenção de Efluentes Líquidos e Reciclagem	128
13.4. Configuração Final das Demais Áreas de Atividades de Produção	131
14. PROGRAMA DE MONITORAMENTO.....	133
14.1. Monitoramento da Flora	133
14.1.1. Valores de Referência	135
14.1.2. Planejamento Plurianual.....	135
14.2. Monitoramento da Fauna	136
14.2.1. Planejamento Plurianual	139
15. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO	140
16. CONCLUSÃO	141
17. REFERÊNCIAS.....	142

ANEXOS

Anexo I - Arranjo Geral da URA

Anexo II - Diques, Canais e Pit Final dos Corpos I, II e III

Anexo III - Depósito de Estéril e de Minério Lixiviado - Seção dos Taludes

Anexo IV - IO-URA-LV-11 R02

Anexo V - Cronograma de supressão

Anexo VI - Mapa de supressão de vegetação

Anexo VII - Pontos de Monitoração de Efluentes e Rejeitos - Escala Mina

Anexo VIII - Localização da Sub-bacia do Riacho das Vacas

Anexo IX - Mapa da Reserva Legal e APPs

Anexo X - Mapa de uso do solo (Área 1)

Anexo XI - Mapa de uso do solo (Área 2)

Anexo XII - ART

TABELAS

Tabela 8.2.1 - Balanço hídrico no solo segundo método Thornthwaite-Mather, Caetité-BA

Tabela 8.4.1.1 - Distribuição das unidades de solos na área de influência direta

Tabela 8.4.2.1 - Determinação da macro e microporosidade - Lagoa Real

Tabela 8.4.3.1 - Classificação dos tipos de solo quanto à porosidade e declividade

Tabela 8.4.4.1 - Índices físicos dos solos - área de intervenção

Tabela 8.5.1 - Resultados de avaliações do escoamento superficial da bacia do Riacho Fundo em São Timóteo

Tabela 8.5.2 - Resumo das características geométricas e hidrodinâmicas dos domínios hidrogeológicos, dentro da área estudada

Tabela 8.5.3 - Sistemas aquíferos identificados para a área estudada

Tabela 8.5.4 - valores de recargas calculados para a área

Tabela 8.6.1 - Classificação de fontes de contaminação pontual no sistema POSH

Tabela 8.7.1.1 - Comparativo da diversidade de espécies, gêneros e famílias encontrados nos diferentes períodos de avaliação (1996, 1999, 2005)

Tabela 8.7.1.2: Famílias e respectivas frequências de indivíduos

Tabela 9.1.1 - Recursos minerais da Mina Cachoeira

Tabela 9.1.1.1 - Resumo de produção de minério / estéril da mina a céu aberto

Tabela 9.3.1 - Resumo da geração de estéril da mina a céu aberto

Tabela 9.3.2 - Características químicas do estéril da mina

Tabela 9.3.3 - Atividade específica dos radionuclídeos no estéril da mina

Tabela 10.2.1 - Áreas em reabilitação

Tabela 11.3.1 - Espécies de mudas produzidas no Horto Florestal.

Tabela 11.3.2.1. - Sistema de camadas múltiplas

FIGURAS

Figura 8.2.1 – Gráfico do Balanço hídrico no solo

Figura 8.4.1.1 - Mapa pedológico da área

Figura 8.5.1 - Mapa de vulnerabilidade do aquífero

Figura 8.5.2 - Mapa de reabaixamento de aquífero após 05 anos de exploração

Figura 8.5.3 - Mapa de reabaixamento de aquífero após 10 anos de exploração

Figura 8.5.4 - Mapa de reabaixamento de aquífero após 25 anos de exploração

Figura 9.1 - Mapa de Localização de Caetité

Figura 9.2 - Mapa de Localização da URA (Indicada no centro do círculo)

Figura 9.1.1 - Mina (corpos I e III)

Figura 9.2.1 - Entrada da Mina Subterrânea

Figura 9.2.2 - Rampa da Mina Subterrânea

Figura 9.4.1 - Fluxograma de produção

Figura 9.5.2.1 - Sistema de bombeamento da mina na fase de desenvolvimento

Figura 9.6.1 - Bacia de sedimentação de finos

Figura 9.6.2 - Bacia de expansão

Figura 11.2.1: A) coleta de sementes utilizando lona; B) coleta de sementes manual; C) beneficiamento de sementes; D) coleta de sementes manual

Figura 11.6.1 - Plantio com linhas alternadas de espécies pioneiras (P), secundárias iniciais (SI), secundárias tardia (ST) e clímax (C).

Figura 13.1.1 - Cortina arbórea no entorno da cava da mina a céu aberto

Figura 14.1.1 - Esquema de alocação das unidades de amostra

Figura 15.1 – Cronograma de execução

LISTA DE ABREVIATURAS:

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

CEAM – Centro de Educação Ambiental

CNEN – Comissão Nacional de Energia Nuclear

CONAMA – Comissão Nacional do Meio Ambiente

DAP – Diâmetro a Altura do Peito

DUA - Diuranato de Urânio

EIA – Estudo de Impacto Ambiental

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis

INB - Indústrias Nucleares do Brasil

MMA - Ministério do Meio Ambiente

NBR – Norma Brasileira

PEAD – Polietileno de Alta Densidade

PM – Planta Matriz

PNF – Plano Nacional de Florestas

PNM – Planta Não-Matriz

PRAD – Plano de Recuperação de Áreas Degradadas

RAD – Recuperação de Áreas Degradadas

REM – Relação Estéril-Minério

RIMA – Relatório de Impacto Ambiental

SUDENE – Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste

URA – Unidade de Concentrado de Urânio

1. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

- a) Empresa: Indústrias Nucleares do Brasil S/A. – INB
- b) Local de atuação: Unidade de Concentrado de Urânio (URA)
- c) Endereço: Fazenda Cachoeira s/nº, Caetité-BA. – CEP: 46.400-000
- d) Atividade principal: Extração e Beneficiamento de Minério Urânio
- e) Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE):
 - Código: 07.25-1
 - Atividades: Extração de Minerais Radioativos, conforme quadro I da NR 4 - Portaria nº 76, de 21 de novembro de 2008. - Grau de Risco: 4 (quatro)
- f) Regime de Trabalho: Horário Administrativo de 08h00min as 17h00min, com intervalo de almoço entre 12h00min e 13h00min; Regime de Turno (00h00min às 08h00min ; 08h00min às 16h00min ; 16h00min às 00h00min). Turnos (subsolo) - (de 06h00min as 12h00min), (de 15h00min as 21h00min), (de 11h00min as 05h00min).
- g) CNPJ: 00322818/0035-70
- h) Fone: 77 3454 4800

2. APRESENTAÇÃO

Este trabalho apresenta a revisão do Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) da Unidade de Concentrado de Urânio (URA), o qual foi elaborado pela empresa Planejamento Ambiental e Arquitetura Ltda. (PLANARQ) no ano de 1997, como parte integrante do EIA/RIMA.

Além de apresentar os objetivos e métodos utilizados, o texto consta de capítulos referentes à: caracterização do sítio e áreas de referência direta do PRAD; caracterização do empreendimento dentro do contexto da reabilitação do meio ambiente, diagnóstico ambiental e plano de recuperação propriamente dito.

3. INTRODUÇÃO

A recuperação ambiental das áreas degradadas pela mineração envolve diferentes fases, as quais são dependentes do diagnóstico ambiental da área em estudo e dos procedimentos técnicos adotados durante as diferentes etapas do Projeto Mínero-Industrial.

O PRAD foi elaborado como parte integrante do Estudo de Impacto Ambiental realizado por equipe multidisciplinar contratada pelas Indústrias Nucleares do Brasil (INB). Este por sua vez, visa o cumprimento da Constituição Brasileira, que exige a recuperação do meio ambiente degradado pela exploração de recursos minerais, em atenção ao Decreto nº. 97.632 de 10 de abril de 1989, que dispõe sobre a regulamentação do artigo 2º., inciso VIII, da Lei no. 6.936 de 31 de agosto de 1981.

Os aspectos geológicos, fisiográficos, biológicos e socioeconômicos da área em questão, apresentados neste relatório, baseiam-se no diagnóstico ambiental efetuado durante a elaboração do EIA. O plano de recuperação das áreas de lavra e áreas de servidão, por sua vez, baseia-se nas normas da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) e em outros modelos de exploração de minérios radiativos, como os divulgados pelo Ministério do Meio Ambiente.

4. OBJETIVOS

A empresa Indústrias Nucleares do Brasil (INB), visando cumprir a Constituição da República Federal do Brasil de 1988, que exige a recuperação do meio ambiente degradado pela extração dos recursos minerais, e seguindo o Manual de Recuperação de Áreas Degradadas pela Mineração: Técnicas de Revegetação (IBAMA, 1990), e a norma NBR 13030 (ABNT, 1993) - Elaboração e apresentação de projeto de reabilitação de áreas degradadas pela mineração, apresenta sua revisão do Plano de Recuperação da Área Degradada com cronograma de execução das atividades.

Esse trabalho baseia-se nos dados técnicos do empreendimento e no diagnóstico e prognóstico ambiental efetuados por empresas terceirizadas. O PRAD tem como objetivo principal capacitar a INB a executar os procedimentos específicos necessários para a recuperação das áreas degradadas pela extração e beneficiamento do minério de urânio, o que possibilitará definir o uso futuro do solo.

5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O método a ser adotado segue os padrões específicos nacionais e internacionais para recuperação dos sítios degradados, levando em conta os fatores físicos, bióticos e socioeconômicos do local e suas interações com o ambiente. Desta maneira, este Plano fundamenta-se em:

- Levantamentos de campo nas áreas de influência direta e indireta do empreendimento e dos componentes dos meios físicos, bióticos e socioeconômicos;
- Elaboração de um roteiro de trabalho para o desenvolvimento do PRAD;
- Coleta de dados de campo e bibliográficos que subsidiem todo o planejamento e desenvolvimento do PRAD;
- Caracterização físico-química dos sistemas água, solo e ar;
- Análise e interpretação dos dados físico-químicos de solo, subsolo, água e ar;
- Monitoramento da flora e da fauna regional;
- Avaliação das alternativas para o uso futuro do solo;
- Levantamento das medidas mitigadoras a serem aplicadas durante a execução do PRAD.

Serão estratégias do PRAD:

- Adotar operações de restauração e reabilitação dos sítios paralelamente às atividades de lavra. Consequentemente, áreas do projeto poderão ser restauradas logo que seja possível;
- Dar prioridade a utilização de espécies nativas que são encontradas no local para promover a reintegração de plantas e animais na área;
- Utilizar técnicas de revegetação como semeadura, "mulch", dentre outras. Quando necessário, executar trabalhos de experimentação *"in situ"*, para definição das melhores técnicas de estabilização da vegetação nas cavas, nos depósitos de estéril e na barragem de rejeitos.

6. ÁREAS DE INFLUÊNCIA

6.1 Área de Influência Direta

É considerada área de influência direta o conjunto das áreas que por suas características, são potencialmente aptas a sofrerem os impactos diretos decorrentes da implantação do empreendimento.

6.1.1. Meio Físico

Para o meio físico foram definidas como áreas de influência direta a Bacia de Hidrográfica do Riacho Fundo e seus afluentes, a constar: (i) Riacho das Vacas - previsto para ser explorado como manancial de abastecimento de água, (ii) Córrego Cachoeira - micro-bacia de drenagem onde se localiza a mina, e, (iii) Córrego do Engenho - micro-bacia de drenagem onde está previsto a implantação do sistema de tratamento e disposição dos rejeitos sólidos e efluentes líquidos, até o povoado de São Timóteo, distante aproximadamente 14 km em linha reta e 20 km considerando os meandros do Riacho Fundo. O povoado de São Timóteo foi considerado limite extremo da área devido a sua situação geográfica a jusante do empreendimento, e, portanto, área prioritária de controle e acompanhamento ambiental.

A definição da bacia hidrográfica como unidade de estudo justifica-se, pois a água é o elemento transportador mais significativo em função da facilidade de escoamento dos possíveis poluentes pela rede de drenagem superficial e subterrânea.

Outro fator que também coloca a água em evidência é o seu estreito relacionamento com todos os outros compartimentos ambientais (meios biológico, socioeconômico e cultural).

Estudos foram também realizados na Bacia de Drenagem do Açude Cachoeirinha, área onde se encontra a sede do distrito de Maniaçú.

6.1.2. Meio Biológico

O meio biológico considerou como área de influência direta o entorno do local previsto para implantação do empreendimento, considerando o estado de conservação da vegetação nativa, diversidade biológica, disponibilidade de habitats, disponibilidade de água para dessedentação animal, entre outros, limitada por uma circunferência de raio médio de 10 km a partir do centro

do empreendimento, dando-se ênfase à área geográfica compreendida pela Bacia Hidrográfica do Riacho Fundo.

Foram também realizados levantamentos em distância maiores, compreendidas em um raio médio de 20 km, para garantir uma representatividade, além das águas, em zonas sujeitas à influência dos ventos predominantes (a noroeste do empreendimento - região do Distrito de Maniaçú) e aos movimentos da fauna terrestre, como também, a área geográfica da Província Uranífera de Lagoa Real.

6.1.3. Meio Antrópico

Definiu-se como área de influência direta do meio antrópico o espaço geográfico onde se situam as localidades que terão suas relações socioeconômicas e culturais atingidas pelos efeitos resultantes da implantação e operação do empreendimento.

A área de influência direta abrange as localidades inseridas numa área contida no raio médio de 20 km a partir do centro do empreendimento, envolvendo a Província Uranífera de Lagoa real, e ainda as localidades de Lagoa Real, Caetité e Livramento do Brumado.

Não há conflito de terras na região, que tem ocupação historicamente caracterizada pela agricultura familiar de subsistência.

A área da qual a INB detem os títulos é, em parte, utilizada para atender as necessidades decorrentes da atividade minero-industrial desenvolvida, sendo o restante destinado a preservação e recuperação.

6.1.4. Estudos Radiológicos

Para o estabelecimento dos pontos de medidas e amostragens e das análises específicas, uma equipe da INB realizou um levantamento de informações sobre a dinâmica da área no entorno do empreendimento proposto, através de levantamento de dados secundários, observações “in loco” e aplicação de questionários domiciliares¹, incluindo: distribuição de núcleos populacionais, produção agropecuária, usos de águas, dados meteorológicos, direção preferencial dos ventos e rede hidrográfica.

¹ Tais levantamentos foram realizados no período de setembro a outubro de 1989.

O Programa de Monitoração Ambiental Operacional da URA representa o processo de realização de medições de campos de radiação, de radioatividade e de outros parâmetros no meio ambiente, incluindo a interpretação dos resultados das medições, com o intuito de caracterizar, avaliar e controlar a exposição do indivíduo do público nas vizinhanças da URA. A monitoração ambiental possui caráter suplementar à monitoração da fonte e da descarga de efluentes para o meio ambiente e é conduzida fora dos limites da área de proteção física da instalação, onde não é possível se exercer controle sobre a dispersão ou o acúmulo dos materiais radioativos nos meios ambientais ou à exposição aos campos de radiação gerados pela prática.

As características do local são variáveis, devido à sazonalidade dos indicadores ambientais, especialmente o clima, que influencia de forma significativa o meio antrópico.

A monitoração de aerossol é efetuada, levando-se em consideração a direção preferencial dos ventos e localização de núcleos significativos (populacionais e atividades agropecuárias), dentro de um raio de 10 km do centro da área do empreendimento, segundo recomendações do *Regulatory Guide*.

Os outros meios monitorados foram selecionados levando-se em consideração os caminhos críticos diretos e indiretos identificados com os efluentes líquidos e gasosos do empreendimento à montante e à jusante das origens, dentro de um raio de 20 km.

Outro fator considerado importante na escolha dos pontos de monitoração operacional dos diversos meios, foi a característica radiológica da região (existência de diversas anomalias), estendendo em determinados pontos a uma distância de até 30 km do centro da área do empreendimento, incluindo bacias hidrográficas não diretamente relacionadas à localização e atividades do Projeto Lagoa Real, em função dos núcleos significativos ali existentes.

No Anexo VII, pode-se verificar o mapa de monitoramento de efluentes e rejeitos da URA.

6.2. Área de Influência Indireta

Diversos aspectos dos meios físico e biológico - geologia, ecossistemas terrestres, etc., foram estudados a nível regional, envolvendo inclusive toda a área geográfica da Província Uranífera

de Lagoa Real, de forma a se compreender a dinâmica regional desses componentes ambientais com a área de influência direta do Empreendimento.

Os desdobramentos sobre o meio antrópico, resultantes do empreendimento proposto repercutirão além dos limites dos três municípios diretamente envolvidos (Caetité, Lagoa Real e Livramento do Brumado), com previsíveis reflexos na economia de Guanambi, no nível de atendimento médico-hospitalar de Ibiassucê, e na dinâmica político-social da microrregião que envolve esses municípios.

7. LEGISLAÇÃO PERTINENTE

Legislação Federal

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (2011), um ecossistema é considerado recuperado quando contém recursos bióticos e abióticos suficientes para continuar seu desenvolvimento sem auxílio ou subsídios adicionais.

A Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, em seu art. 2º, distingue, para seus fins, um ecossistema “recuperado” de um “restaurado”, da seguinte forma:

Art. 2º - Para os fins previstos nesta Lei, entende-se por:

[...]

XIII - recuperação: restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada a uma condição não degradada, que pode ser diferente de sua condição original;

XIV - restauração: restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada o mais próximo possível da sua condição original;

Acima de tudo, a recuperação de áreas degradadas encontra respaldo na Constituição Federal de 1988, em seu art. 225:

Art. 225 - Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

§ 1º - Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao Poder Público:

I - preservar e **restaurar os processos ecológicos essenciais** e prover o manejo ecológico das espécies e ecossistemas;

[...]

§ 2º - Aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a **recuperar o meio ambiente degradado**, de acordo com solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei.

Ademais, a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, menciona:

[...]

Art 2º - A Política Nacional do Meio Ambiente tem por objetivo a preservação, melhoria e **recuperação** da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana, atendidos os seguintes princípios:

FD

[...]

VIII - **recuperação de áreas degradadas**

[...]

Art 4º - A Política Nacional do Meio Ambiente visará:

[...]

VI - à preservação e restauração dos recursos ambientais com vistas à sua utilização racional e disponibilidade permanente, concorrendo para a manutenção do equilíbrio ecológico propício à vida;

A Resolução CONAMA nº 237/1997 dispõe sobre o licenciamento ambiental para as atividades consideradas poluidoras/impactantes, estando previsto em seu texto a obrigatoriedade da realização de estudos ambientais e a apresentação de um plano detalhado de reparação dos danos causados ao meio ambiente.

A lei Orgânica do Município de Caetité reafirmando o que diz a constituição federal, no campo específico sobre meio ambiente estabelece:

Na seção IV do artigo 172º:

IV – exigir, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade;

No mesmo artigo ainda determina:

§2º- Aquele que explorar recursos minerais, inclusive na extração de areia, cascalho ou pedreiras, fica obrigado a recuperar o meio ambiente

degradado, de acordo com solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei.

Ainda, a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção de vegetação nativa e substitui o Código Florestal, alterada pela Medida Provisória nº 571, de 25 de maio de 2012, trata em diversos artigos (por exemplo, nos artigos 1º-A, 7º, 17, 41, 44, 46, 51, 54, 58, 61-A, 64, 65 e 66) de ações organizadas entre o setor público e a sociedade civil para promover a recuperação de áreas degradadas.

Legislação Estadual

O Governo do Estado da Bahia através do Plano Estadual de Adequação e Regularização Ambiental dos Imóveis Rurais, aprovado pela Lei nº. 11.478, de 01 de julho de 2009, e regulamentado pelo Decreto nº. 12.071 estabelece que:

Art. 4º - O PRAD a que se refere artigo 3º desta Portaria deverá conter os planos e projetos a serem executados para sanar o passivo ambiental declarado no Termo de Adesão, com o devido cronograma de execução, devendo nele constar:

[...]

IV - Plano de Revegetação, Recuperação ou Enriquecimento da Vegetação (PREV), nos casos de área de preservação permanente ou de reserva legal, ocupadas e/ou degradadas, e Plano de Recuperação de Área Degradada (PRAD), nos casos de áreas degradadas por atividades impactantes sem interferências em áreas de preservação permanente ou de reserva legal, contendo:

- a) planta de situação da área objeto do Plano, indicando suas dimensões e localização na propriedade;
- b) diagnóstico ambiental caracterizando a ocupação atual e estado de conservação da área objeto do Plano, com análise dos seus aspectos físicos (clima, solo, topografia, recursos hídricos) e bióticos (fauna, flora) e outros;

c) descrição das ações e da metodologia a ser aplicada para recuperação da área, abordando os aspectos relativos à correção topográfica, correção do solo, adubação, técnica de plantio, espaçamento, origem das mudas, listagem das espécies a serem utilizadas com respectivo quantitativo, total e proporcional, de acordo com as características de cada espécie a ser utilizada.

8. CARACTERIZAÇÃO LOCAL E REGIONAL

8.1. Bioma

As jazidas de urânio da Província Uranífera de Lagoa Real estão praticamente no domínio das Caatingas: Arbórea densa, Arbórea aberta (áreas antropizadas e de culturas para subsistência).

A Caatinga Arbórea Densa, também conhecida como "mata seca", tem como característica estrutural um denso extrato lenhoso de árvores caducifólias, grande número de cactáceas colunares, espécies com folhagem microfoliada e plantas lenhosas armadas com núcleos ou espinhos. Sua composição florística é heterogênea, mas desponta espécies dos gêneros *Aspidosperma*, *Piptadenia*, *Mimosa* e *Myracrodruon*.

A Caatinga Arbórea Aberta é uma formação de árvores exclusivas das áreas pediplanadas nordestinas. Em geral, aberta pela intervenção humana que degrada a vegetação pelo corte sucessivo das plantas lenhosas mais altas, como por exemplo: *Schinopsis brasiliensis* (baraúna) *Anadenomthera sp* (angico) *Tabebuia sp* (pau d'arco) *Aspidosperma pyrifolium* (pereiro). Entretanto, em áreas interioranas a formação aberta é natural. O raquitismo arbóreo é produto de adaptação ao meio adverso: de clima seco e solo litólico. Sua composição florística é mais simples e nela se destacam: *Amburana cearensis* (umburana de cheiro), *Spondias tuberosa* (umbu), *Bursera leptophlebos* (umburana de cambao), *Cnidocolus sp* e outras.

8.2. Clima

O clima regional caracteriza-se por apresentar verões quentes e invernos frescos a quentes, com chuvas concentradas no verão e estação seca no inverno, e umidade do ar média anual de 69% (PLANARQ, 1997).

Para a elaboração do estudo climático considerou-se a série histórica (1957 a 1987) de dados climatológicos coletados na estação de Caetité (4º Distrito do Instituto Nacional de Meteorologia), localizada na posição geográfica 14º 03 min S e 42º 37 min W, na latitude de 882 m acima do nível do mar e os dados pluviométricos obtidos nas estações de Maniaçú (1964 a 1983) e São Timóteo (1939 a 1983), operadas pela Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE).

O mês mais quente é outubro, com temperaturas médias de 22,6° C e mínimas de 17,0°C, e o mês mais frio é julho, com temperaturas médias de 19,1° C e mínimas de 13,7° C.

De acordo com a tipologia climática elaborada por Koppen (1938), o clima da região é classificado como Aw - transição para o Bsh, isto é, transição de um clima quente e úmido, com estação seca no inverno, para o clima semiárido quente.

A precipitação da região de Caetité é em média 600 a 800 mm de chuva por ano, sendo que em Caetité a precipitação média anual é de 797,1 mm/ano, em São Timóteo é de 672,3 mm/ano, e em Maniaçú, de 834,7 mm/ano. As chuvas são concentradas no verão e final da primavera, principalmente nos meses de novembro, dezembro, janeiro e fevereiro. Nessa região o período correspondente ao inverno é o que apresenta a maior redução nos índices pluviométricos.

O EIA-RIMA do empreendimento em questão (PLANARQ, 1997) apresenta o balanço hídrico para o solo, segundo a metodologia proposta por Thornthwaite-Mather (THORNTHWAIT & MATHER, 1955), com base nos dados obtidos na estação meteorológica de Caetité (ver Tabela 8.2.1 e gráfico abaixo)

Tabela 8.2.1 - Balanço hídrico no solo segundo método Thornthwaite-Mather, Caetité-BA

MÊS	P	ETP	P-ETP	NEG. AC.	ARM	VAR	ETR	DEF	EXC	ESC. SUP.
JAN	113,9	107,1	6,8	-36	69,2	6,8	107,1	0	0	0
FEV	97,2	112,2	-15,0	-51,0	60,0	-9,2	106,4	5,8	0	0
MAR	96,2	119,9	-23,7	-74,7	47,4	-12,7	108,9	11,0	0	0
ABR	54,9	110,0	-55,1	-129,8	27,3	-20,1	75,0	35,0	0	0
MAI	15,6	120,7	-105,1	-234,9	9,5	-17,8	33,4	87,3	0	0
JUN	8,1	127,8	-119,7	-354,6	2,9	-6,7	14,8	113,0	0	0
JUL	9,7	148,8	-139,1	-493,7	0,7	-2,2	11,9	136,9	0	0
AGO	8,7	182,4	-173,7	-667,4	0,1	-0,6	9,3	173,1	0	0
SET	14,2	209,0	-194,8	-862,2	0	-0,1	14,3	194,7	0	0
OUT	65,5	183,7	-118,2	-980,4	0	0	65,5	118,2	0	0
NOV	146,0	122,0	24,0	0	24,0	24,0	122,0	0	0	0
DEZ	156,4	118,0	38,4	0	62,4	38,4	118,0	0	0	0

Valores em mm

Fonte: PLANARQ (1997)

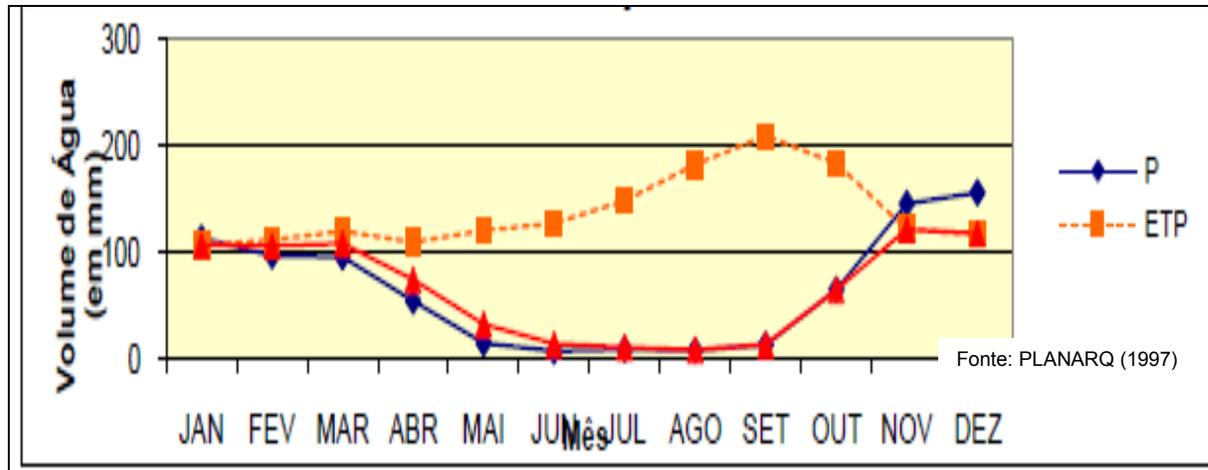


Figura 8.2.1 - Gráfico do Balanço hídrico no solo

Com base nos dados do balanço hídrico, pode-se observar deficiência hídrica no outono-inverno.

8.3. Geologia e Geomorfologia

8.3.1. Geologia

No contexto geológico, a Unidade de Concentrado de Urânio (URA) de Caetité está instalada sobre rochas do Complexo Lagoa Real, sendo que a nordeste da área de estudo têm-se sequencias vulcano-sedimentares do Supergrupo Espinhaço (denominada de Chapada Diamantina Ocidental); a leste têm-se rochas do Complexo Metamórfico-Migmatítico e do Complexo Ibitira-Brumado; ao sul e ao norte continuam aflorando as rochas do Complexo Lagoa Real; a oeste ocorrem as rochas do Complexo Urandi-Licínio de Almeida e do pediplano de Maniaçú; e a noroeste têm-se as rochas do Supergrupo Espinhaço (Serra do Espinhaço Setentrional).

A seguir é apresentada uma descrição resumida das unidades geológicas da área.

- Complexo metamórfico-migmatítico

O Complexo Metamórfico-Migmatítico é composto pelos gnaisses, migmatitos e outras rochas granitóides, de idade Arqueana Superior, que afloram nas regiões de Anagé, Brumado, Iguatemi, Lagoa Real, São Timóteo e Sussuarana.

- Complexos Ibitira-Brumado e Urandi-Licínio de Almeida

É composto por rochas metamórficas de origem vulcano-sedimentar, de idade Proterozóica Inferior, que afloram em uma faixa que se estende desde Dom Basílio até Ibiassucê e Cristalândia.

- Complexo Lagoa Real

Corresponde a rochas gnáissicas e granitóides, de idade Proterozóica Média, às quais estão associadas às mineralizações de urânio da Província Uranífera Lagoa Real.

- Supergrupo Espinhaço

Engloba as rochas metamórficas vulcano-sedimentares, de idade Proterozóica Média, que afloram na Serra do Espinhaço Setentrional e na Chapada Diamantina Ocidental.

- Rochas intrusivas básicas

Correspondem aos diques de diabásio, subverticais, de distribuição areal restrita, relacionados à reativação da Plataforma Sul Americana. São de idade mesozóica (Juro-cretácea) e geralmente preenchem fraturas de direção NW.

- Coberturas terciárias-quadernárias

Englobam as coberturas detríticas depositadas durante o ciclo de erosão Sul-Americano na região de Maniaçu, ocorrendo na porção oeste da área de interesse.

8.3.2. Geomorfologia

Na área da Unidade de Concentrado de Urânio (URA) de Caetité (e proximidades) são encontradas 4 unidades geomorfológicas principais: o Pediplano Cimeiro, as Serras Marginais, os Pedimentos e as Baixadas Aluvionares.

- Pediplano cimeiro

Ocorre na porção a oeste da portaria da URA de Caetité e da anomalia AN-13, e é representada por uma superfície de aplainamento, de relevo plano a quase plano (declividade em geral menor que 10%), com cotas altimétricas entre 900 e 1000 m.

O material que sustenta o Pediplano Cimeiro é provavelmente de origem eluvio-coluvionar, de composição areno a areno-argilosa, cor marrom amarelado. Em algumas áreas podem ser observados restos de canga ferruginosa.

A rede de drenagem é pouco densa, devido ao baixo gradiente topográfico, e exibe padrão dendrítico. Do ponto de vista hidrogeológico, as características naturais do Pediplano Cimeiro propiciam uma boa taxa de infiltração de águas pluviais (recarga), pois além do baixo gradiente topográfico e da baixa densidade da rede de drenagem, os solos são de composição arenosa a areno-argilosa, e espessos, o que favorece a rápida percolação das águas pluviais em subsuperfície (PLANARQ, 1997).

- Serras marginais

É o principal domínio geomorfológico da área de influência direta, ocorrendo desde as bordas do Pediplano Cimeiro até as proximidades de São Timóteo. É representado por um relevo muito ondulado (declividades geralmente entre 20 e 50%), com cotas altimétricas variando entre 650 e 1000 metros, esculpidos sobre as litologias do Complexo Lagoa Real.

Este domínio geomorfológico apresenta serras, morros e picos que podem atingir a cota altimétrica 1000 metros, sendo que estes possuem topos quase planos. As feições de relevo exibem forte controle geológico, sendo que as serras, como as da Jurema e Pau de Copa, possuem linhas de escarpas bem definidas e de direção NW-SE.

As drenagens também exibem controle geológico, possuindo preferencialmente orientação NW-SE, e secundariamente SW-NE (padrão retangular). O controle geológico-estrutural das drenagens é observado em quase todas as drenagens, mas principalmente no alto curso dos riachos Fundo, Mangabeira, das Vacas e Córrego do Engenho. Na borda leste do domínio geomorfológico, as drenagens exibem padrão dendrítico.

Os solos, neste domínio geomorfológico são argilosos a argilo-arenosos, resultado da alteração das rochas ou do transporte de materiais (coluvionares), de cor marrom.

O moderado a elevado grau de declividade destes terrenos, aliado à composição predominantemente argilo-arenosa dos solos, favorece o escoamento superficial das águas pluviais, em detrimento à infiltração nos solos (PLANARQ, 1997).

Assim, supõe-se que a taxa de recarga da água subterrânea neste domínio geomorfológico é, comparativamente, inferior à taxa de recarga dos outros três domínios geomorfológicos.

- Pedimentos

Ocorre a leste e nordeste da área estudada, e é representada por um relevo aplainado, com cota altimétrica entre 500 e 600 metros. Os solos são de composição arenosa a areno-argilosa, de cor marrom clara a avermelhada. A drenagem é pouco densa, e sem padrão textural aparente.

À semelhança do que ocorre no Pediplano Cimeiro, a baixa densidade da rede de drenagem, o baixo gradiente topográfico, e os solos de composição arenosa a areno-argilosa favorecem a rápida percolação das águas pluviais em subsuperfície.

- Baixadas aluvionares

Ocorrem associadas aos principais canais de drenagem, e estão cobertas por material de origem aluvio-coluvionar de composição areno-silto-argilosa, com espessura variável de poucos centímetros a até 25 metros. Os canais das drenagens exibem padrão retilíneo, e localmente meandrante.

O baixo gradiente topográfico dos terrenos onde estão instaladas as baixadas aluvionares e a composição litológica dos sedimentos aluvio-coluvionares (material permeável) propicia uma alta taxa de infiltração das águas pluviais em subsuperfície.

8.4. Pedologia

Os solos desenvolvidos na área sofrem influência de fatores locais tais como topografia e clima. O relevo colinoso facilita a erosão laminar e o rápido escoamento superficial das águas de chuvas, ocasionando desequilíbrio entre a decomposição química da rocha e sua erosão. Esse desequilíbrio permite que nas imediações de afloramento rochosos sejam encontrados perfis de solo desenvolvidos, com mais de seis metros de espessura.

Os aspectos que mais chamam a atenção são a cor vermelha (rubefação), que atinge todo o perfil, a ausência de concentração de matéria orgânica nos horizontes superficiais, e a presença de um nível argiloso bem individualizado. Os estudos realizados pela PLANARQ (1997) mostraram a seguinte subdivisão para o perfil de solo da área de intervenção:

- Solo mole (coluvionar e/ ou aluvionar e/ou alteração);
- Solo de alteração e/ou rocha muito alterada e/ou muito fraturada;
- Rocha sã.

8.4.1. Classificação dos Solos

Foram identificados 4 tipos de solo, de acordo com o apresentado em PLANARQ (1997): cambissolo eutrófico, latossolo vermelho-amarelo distrófico, podzólico vermelho-amarelo distrófico e solos hidromórficos.

A Figura 8.4.1.1 apresenta o mapa pedológico da área estudada.

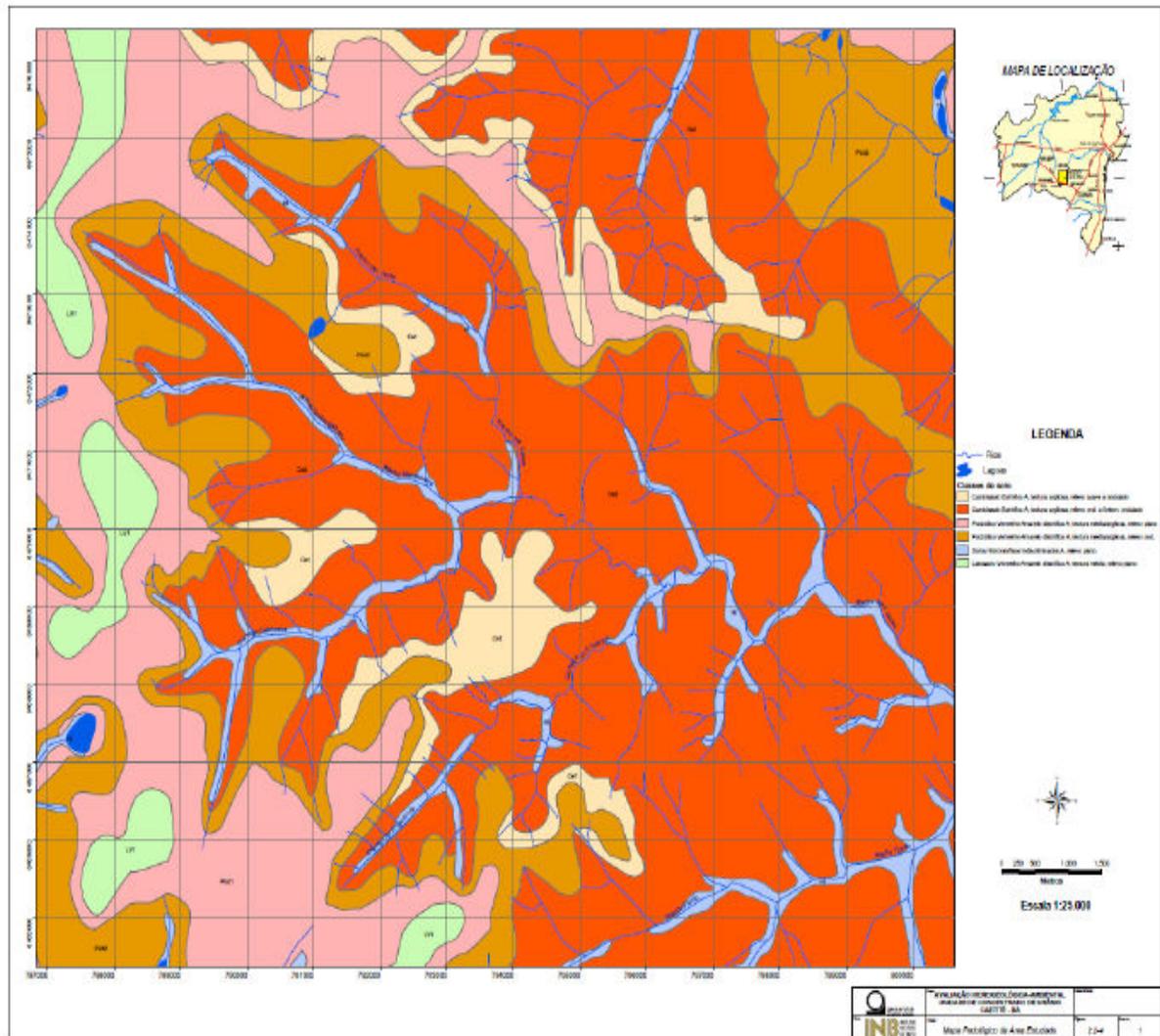


Figura 8.4.1.1 - Mapa pedológico da área

O solo predominante na área de influência direta é o cambissolo eutrófico, com textura argilosa e em relevo ondulado a fortemente ondulado. A tabela 8.4.1.1 sintetiza a distribuição dos tipos de solo encontrados na área de influência direta.

Tabela 8.4.1.1 - Distribuição das unidades de solos na área de influência direta

Unidade de Mapeamento	Componentes	Área ^(*)	
		km ²	%
LVd1	Latossolo Vermelho Amarelo distrófico A fraco, textura média relevo plano.	4,45	2,71
PVd1	Podzólico Vermelho Amarelo distrófico A fraco, textura média/argilosa relevo plano.	16,60	10,10
PVd2	Podzólico Vermelho Amarelo distrófico A fraco textura média/argilosa relevo	21,94	13,35
PCd	Podzólico Acinzentado distrófico A fraco, textura média/argilosa relevo	0,45	0,28
Ce1	Cambissolo eutrófico A fraco textura argilosa relevo suave ondulado e	6,59	4,01
Ce2	Cambissolo eutrófico A fraco textura argilosa relevo ondulado e forte	102,78	62,55
H1	Solos Hidromórficos Indiscriminados A fraco relevo plano.	11,51	7,00

Fonte: PLANARQ (1997)

Classificação dos Solos nas Áreas de Intervenção

Nas áreas da mina e depósito de estéril ocorrem solos cambissolos eutróficos que são classes de solos hidromórficos com horizonte B incipiente ou cambissolo. São de modo geral solos mediamente profundos a rasos, com sequência de horizontes A1(B) e C, que tem pequena diferenciação entre si.

A porosidade dos cambissolos fazem com que eles sejam bem a moderadamente drenados. Quanto às características químicas, tem reação praticamente neutra, possuindo alumínio trocável nulo, apresentam altos valores para soma de bases trocáveis e para a saturação de bases. As argilas que mais ocorrem nestas áreas são de baixa atividade.

O caráter raso está presente em alguns destes solos. Tem frequência de horizonte A moderado, com um teor de matéria orgânica de 24,73%, estando também o horizonte A fraco presente em pequenas áreas.

Nas áreas destinadas às barragens de captação de água e de deposição e reciclagem de efluentes líquidos também são encontrados solos pertencentes à unidade denominada de solos hidromórficos indiscriminados.

8.4.2. Permeabilidade

Os estudos da permeabilidade dos solos permitiram as seguintes considerações:

Tanto a porosidade total, como a densidade aparente mantém-se constante com a profundidade, com pequenas variações. No horizonte superficial dos solos estudados, com textura franco arenosa a franco argilo-arenosa, alcança valores da ordem de 27%, diminuindo em profundidade. Em horizontes com maiores teores em matéria orgânica, a porosidade pode ser superior a tal valor.

Em semelhança à textura, a porosidade é em geral menor em níveis subsuperficiais ou subjacentes do solo. Eventualmente o horizonte B (textural/câmbico) pode ter porosidade inferior a 26%. A distribuição da macro e micro porosidade é que impõe o ritmo da infiltração e a forma de distribuição da umidade.

Nos Latossolos e Podzólicos o regime de infiltração é moderado bem como nos Cambissolos com textura média e B Latossólico.

Esse comportamento é diferenciado para os Cambissolos com horizonte B argiloso e nos solos Hidromórficos que apresentam restrições para drenagem interna.

Os solos foram divididos em três classes de permeabilidade:

1. Rápida (percolação maior que 150 mm/h);
2. Moderada (percolação entre 5 e 150 mm/h);
3. Lenta (percolação menor que 5 mm/h).

Tabela 8.4.2.1 - Determinação da macro e microporosidade - Lagoa Real

Profundidade (cm)	Porosidade total (%)	Macroporosidade (%)	Microporosidade (%)	Unidade de Mapeamento
0 - 10	27,98	2,07	25,91	Latossolo vermelho Amarelo distrófico
10 - 40	24,42	1,56	22,86	
40 - 100	30,27	2,60	26,67	
100 - 160	31,55	2,33	29,21	
0 - 15	31,04	2,59	28,45	Podzólico vermelho Amarelo distrófico
15 - 60	29,26	2,83	26,42	
60 - 110	29,76	3,85	25,91	
110 - 160	30,02	3,09	26,92	
0 - 10	27,18	6,10	21,08	Podzólico acinzentado, relevo plano
10 - 40	28,19	6,35	21,84	
40 - 100	27,94	7,37	20,57	
100 - 120	27,17	6,35	20,82	
0 - 10	26,92	7,36	19,56	*Cambissolo Eutrófico e o relevo suave ondulado
10 - 35	29,72	9,40	20,32	
35 - 100	27,69	7,12	20,57	
100 - 160	26,42	4,32	22,10	
0 - 10	27,18	4,32	22,86	*Cambissolo Eutrófico, relevo ondulado e forte ondulado
10 - 40	26,92	6,10	20,82	
40 - 80	27,69	6,61	21,08	
0 - 10	28,70	6,86	21,84	Solos Hidromórficos Indiscriminados
10 - 30	29,72	7,88	21,84	
30 - 50	27,94	6,86	21,08	

8.4.3. Declividade

No levantamento realizado pela PLANARQ (1997), a declividade do terreno foi obtida com a utilização do clinômetro. A declividade foi dividida em 7 classes:

- a. Declives inferiores a 2%;
- b. Declives entre 2 e 5%;
- c. Declives entre 5 e 10%;
- d. Declives entre 10 e 20%;
- e. Declives entre 20 e 45%;
- f. Declives entre 45 e 70%;
- g. Declives superiores a 70%.

Quanto maior o declive do terreno, maior será a parcela da água precipitada que irá escoar superficialmente, e menor será a parcela que irá percolar no solo, e vice-versa. A tabela 8.4.3.1 mostra os tipos de solo, e sua classificação quanto à permeabilidade e declividade. Os solos são então classificados de acordo com o potencial de infiltração de água no solo (de forma qualitativa, devido à ausência de dados quantitativos), com base na permeabilidade e declividade.

Tabela 8.4.3.1 - Classificação dos tipos de solo quanto à porosidade e declividade

Classe de Solo	Permeabilidade	Declive	Taxa de Infiltração de Água no Solo	Área (km ²)	Área (%)
Latossolo Vermelho-Amarelo	Rápida em superfície, rápida em subsuperfície	A – 0 a 2%		3,768	4,00
Solos Hidromórficos	Rápida em superfície, rápida em subsuperfície	A – 0 a 2%		5,444	5,75
Podzólico Vermelho-Amarelo, relevo suave a ondulado	Rápida em superfície, moderada em subsuperfície	A – 0 a 2%		13,268	14,02
Podzólico Vermelho-Amarelo, relevo ondulado a fortemente ondulado	Rápida em superfície, moderada em subsuperfície	B – 2 a 5%		16,473	17,42
Cambissolo Eutrófico, relevo suave a ondulado	Moderada em superfície, moderada em subsuperfície	B – 2 a 5%		6,315	6,67
Cambissolo Eutrófico, relevo ondulado a fortemente ondulado	Moderada em superfície, lenta em subsuperfície	D – 10 a 20%	Menor	49,314	52,14

Fonte: adaptado de PLANARQ (1997)

A tabela 8.4.3.1 mostra, de forma qualitativa, que a taxa de infiltração de água no solo provavelmente é maior nos latossolos vermelho-amarelo do que nos cambissolos eutróficos em relevo ondulado a fortemente ondulado.

A classificação do solo quanto ao potencial de infiltração de água no solo serve como subsídio para delimitação das zonas de recarga, e serve para classificá-las, de forma qualitativa, de acordo com o seu maior ou menor potencial de recarga de água subterrânea.

O cambissolo eutrófico corresponde a quase 60% da área de influência, e cerca de 52% deste está sobre relevo com declividade entre 10 e 20%. Estes fatores associados além de contribuírem para o processo de erosão laminar reduzem a taxa de recarga dos aquíferos.

8.4.4. Condutividade Hidráulica

Nas unidades de mapeamento do empreendimento em estudo a condutividade hidráulica comporta-se, dentro dos padrões para o cambissolo, como lenta a moderadamente lenta. Em outros solos a condutividade pode apresentar com a velocidade apreciável, apesar de diminuir com o tempo.

Tabela 8.4.4.1 - Índices físicos dos solos - área de intervenção

Área do Empreendimento	Coefficiente de Infiltração (l/m ² /dia)	Condutividade Hidráulica (cm /seg)
AN-13 - P01 A1	30,30	3,5 x 10 ⁻⁵
B1	20,70	2,4 x 10 ⁻⁵
B2	25,40	2,9 x 10 ⁻⁵
AN-13 - P02 A1	28,30	3,3 x 10 ⁻⁵
B1	23,40	2,7 x 10 ⁻⁵
AN-13 - P03 A1	25,40	2,9 x 10 ⁻⁵
B1	20,20	2,3 x 10 ⁻⁵
B3/C	18,30	2,1 x 10 ⁻⁵
A1	28,70	3,3 x 10 ⁻⁵
B1	27,30	3,1 x 10 ⁻⁵
B21	20,40	2,4 x 10 ⁻⁵

8.5. Bacia Hidrográfica

Área de estudo

A região hidrográfica na qual está inserida a Unidade de Concentrado de Urânio (URA) de Caetité apresenta rios, córregos e lagos com características de natureza temporária, enquanto que outros, como os rios perenes, caracterizam-se por possuírem de pequeno a médio fluxo de água. Assim, a vazão desses corpos hídricos é diretamente influenciada pelos volumes de precipitação na estação chuvosa; o que significa que a intensidade do regime pluviométrico é fator decisivo e regulador de todo o sistema hídrico.

A bacia de interesse neste estudo é a bacia hidrográfica do Riacho das Vacas (Anexo VIII), até as proximidades de sua afluição ao Riacho Fundo; e esta bacia está inserida na Bacia Hidrográfica do Rio de Contas.

O Riacho das Vacas é afluente da margem esquerda do Riacho Fundo; o Riacho Fundo é afluente da margem esquerda do Rio São João, que é afluente da margem direita do Rio Brumado, e este, por sua vez, deságuam na margem direita do Rio de Contas.

O Riacho Fundo, como os outros rios que afluem para o Rio Brumado, têm suas nascentes nas vertentes da Serra do Espinhaço Setentrional, correndo preferencialmente de oeste para leste.

Como a bacia hidrográfica do Rio Brumado está em uma zona de grande restrição pluviométrica, a contribuição (de água) desta bacia para o Rio de Contas ocorre principalmente nas épocas de chuvas intensas.

A bacia hidrográfica avaliada (Riacho das Vacas até 2,3 km acima da afluição ao Riacho Fundo) ocupa uma área de 94,5 km². A rede de drenagem possui extensão de 314,9 km, e a densidade de drenagem é de 3,33 km/km² (utilizando-se a base cartográfica em escala 1:10.000).

O Riacho das Vacas e seus principais afluentes (Córrego do Engenho, das Mangabeiras, Cachoeira) possuem cabeceiras no sopé do Pediplano Cimeiro, e correm, de maneira geral, de oeste para leste na área estudada. O alto curso do Riacho das Vacas e de seus principais afluentes são controlados estruturalmente. Possuem trechos com canais meandantes nos locais de baixo declive topográfico, onde ocorre a acumulação de sedimentos aluviais, intercalados por trechos com canais retilíneos.

O escoamento superficial, nesses cursos d'água, ocorre basicamente nos períodos de maior precipitação dentro da estação chuvosa (novembro a março). Na estação seca, os leitos desses rios geralmente se apresentam secos, exceto em um trecho do Córrego Cachoeira abaixo da cava da mina, e de pequenos trechos do alto curso do Córrego do Engenho e do Riacho das Vacas, que conservam porções descontínuas com pequena lâmina d'água (milimétrica a centimétrica), ou ao menos, sinais de umidade aparente.

No estudo Hidrogeológico elaborado pela Geoservice (2003) estimou-se que para a bacia do Riacho Fundo, acima de São Timóteo, o escoamento superficial anual é da ordem de $8,68 \times 10^6$ m³ (55,3 mm/ano, ou 7,63% da precipitação), considerando que uma precipitação média anual de 725 mm. Entretanto, outras avaliações apresentadas no EIA (PLANARQ, 1997) sugerem resultados diferentes. A tabela 8.5.1 apresenta um resumo das diversas avaliações de volume de escoamento superficial para o Riacho Fundo em São Timóteo.

Tabela 8.5.1 - Resultados de avaliações do escoamento superficial da bacia do Riacho Fundo em São Timóteo

Método de Avaliação	Precipitação Anual Considerada (mm)	Escoamento Superficial Estimado (10 ⁶ m ³)	Coefficiente de Escoamento Superficial Estimado (%)
COBA-ERN	699,0	47,6	44,0
AGUIAR	699,0	7,8	8,0
CONESP	725,0	8,7	7,6
SEEBLA	700,0	4,14	3,6
CADIER	672,3	14,82	13,4

Fonte: PLANARQ (1997)

Analisando os resultados, percebe-se que o valor obtido pela COBA-ERN destoa completamente dos outros resultados. Assim, provavelmente o escoamento superficial representa entre 3,6 e 13,4% do volume precipitado.

Para o cálculo do volume escoado, a GEOSERVICE considerou uma precipitação anual média de 700 mm, área de contribuição de 94,5 km² e coeficiente de escoamento superficial de 8,15% (média dos 4 coeficientes de escoamento superficial considerados válidos), obtendo-se um volume de escoamento superficial de $5,39 \times 10^6$ m³.

Hidrogeologia regional

No EIA (PLANARQ, 1997) foram identificados três domínios hidrogeológicos (ou sistemas aquíferos) na região estudada: Domínio A, associado às coberturas detríticas; Domínio B, associado às rochas do Complexo Lagoa Real; e Domínio C, associado aos terrenos aluvio-coluvionares.

Quanto à porosidade, os sistemas aquíferos definidos acima podem ser separados em dois grupos:

- Aquífero granular: aquífero no qual a água subterrânea percola por entre os poros do material sedimentar (porosidade primária). Os domínios A e C são aquíferos granulares.
- Aquífero fissural: aquífero no qual a água percola através das fraturas, falhas, foliação ou fissuras da rocha (porosidade secundária). O domínio B representa um aquífero fissural.

Domínio A – coberturas detríticas

O Sistema Aquífero A é constituído pelas coberturas sedimentares detríticas existentes na porção oeste da área estudada, e está instalada sobre as rochas gnáissicas e graníticas do Complexo Lagoa Real. O relevo apresentado por este domínio é plano a quase plano. O material que compõe o aquífero é de granulação predominantemente arenosa a argilo-arenosa, mal a moderadamente selecionada, inconsolidada e de espessura variável.

Este domínio hidrogeológico ocupa, dentro dos limites da área de estudo de detalhe, uma área de 25,6 km² (27,1% da superfície estudada), distribuídos principalmente a oeste, noroeste e norte das instalações da URA-INB. Possui geometria tabular, aproximadamente horizontal, podendo atingir espessuras superiores a 50 metros. Devido à ausência de investigações geológicas, hidrogeológicas ou geotécnicas neste domínio, não há informações sobre a espessura média da camada ou medições de nível d'água.

Na porção oeste da área estudada, aonde afloram as coberturas TQv (ver mapa geológico), a direção do fluxo de água subterrânea é de oeste para leste. Este domínio é caracterizado por baixo gradiente hidráulico em direção aos vales.

A recarga deste aquífero é através da infiltração de parte da água da chuva, e a descarga por sua vez é dada pela infiltração da água deste aquífero nos aquíferos sotopostos, pela evapotranspiração e pela descarga nos rios da área (fluxo de base).

Os valores médios dos parâmetros hidrodinâmicos deste aquífero foram obtidos através de ensaios (não foram realizados ensaios para determinação da condutividade hidráulica em solos deste domínio). Os valores médios obtidos são: condutividade hidráulica = $1,75 \times 10^{-6}$ m/s, estimado com base em litologias semelhantes; porosidade total = 29,28% e porosidade efetiva = 3,13% (média dos valores obtidos em ensaios realizados pela PLANARQ (1997) em solos dos tipos latossolo e podzólico, que predominam no domínio A).

Domínio B – Complexo Lagoa Real

É o principal sistema hidrogeológico, pois ocorre em grande parte da área estudada. Geralmente encontra-se coberto por uma camada de solo ou de rocha intemperizada. Este domínio foi subdividido em dois domínios distintos: B1, formado pelas rochas gnáissicas, e B2, relacionado às intrusivas plutônicas.

Domínio B1

Constituída pelas rochas gnáissicas do Complexo Lagoa Real. São rochas foliadas e medianamente a muito fraturadas, principalmente quando próximo à superfície.

Este domínio hidrogeológico prevalece dentro dos limites do estudo de detalhe, ocupando em subsuperfície uma área estimada de 62,93 km² (66,6% da subsuperfície estudada). As rochas deste domínio estão encobertas por uma camada de sedimentos coluviais e aluviais (domínio C).

A espessura das rochas deste domínio é indeterminada, e estimada em centenas de metros. Sondagens de exploração mineral, na área da cava, indicam a presença dos gnaisses até a cota 700 metros, a mais de 150 metros de profundidade.

Os valores dos parâmetros hidrodinâmicos do aquífero foram extraídos dos testes de aquífero: condutividade hidráulica = $1,56 \times 10^{-6}$ m/s, transmissividade = $9,95 \times 10^{-5}$ m²/s e coeficiente de armazenamento = $1,5 \times 10^{-3}$.

A recarga deste sistema aquífero é pela infiltração de parte da água da chuva, e a descarga se dá pela evapotranspiração e pela descarga deste nas drenagens da área.

O domínio B1, de caráter fissural, é anisotrópica, com duas direções preferenciais de fluxo: NW, de maior condutividade hidráulica, e NE, de menor condutividade hidráulica. Porém, o fluxo das águas subterrâneas nesta unidade depende da conexão, densidade, extensão e aberturas das estruturas geológicas.

Domínio B2

Constituído pelas rochas ígneas graníticas do Complexo Lagoa Real, denominadas de Granito São Timóteo. Essas rochas, geralmente pouco foliadas e pouco a medianamente fraturas.

Este domínio hidrogeológico ocupa em subsuperfície, na área estudada, uma área estimada de 21,57 km² (33,4% da subsuperfície estudada), aparecendo na forma de corpos alongados (em forma de “charutos”) na direção noroeste-sudeste, em meio aos gnaisses do Complexo Lagoa Real.

As rochas deste domínio estão encobertas por uma camada de sedimentos coluviais e aluviais (domínio C), e estão distribuídos principalmente a noroeste, a nordeste e ao centro da área estudada. A espessura das rochas deste domínio é indeterminada, e estimada em centenas de metros. O poço de abastecimento mais profundo instalado neste domínio é o PC-40, que tem 70 metros, explorando o granito desde a superfície até a cota 727,36m.

Os valores dos parâmetros hidrodinâmicos do aquífero foram extraídos dos testes de aquífero: condutividade hidráulica = $7,04 \times 10^{-7}$ m/s e transmissividade = $3,28 \times 10^{-5}$ m²/s.

O fluxo das águas subterrâneas se dá das áreas de maior potencial hidráulico para as áreas de menor potencial hidráulico, segundo as direções preferenciais de fluxo NE e NW. A recarga deste sistema é através da infiltração de parte da precipitação, e a descarga se dá pela evapotranspiração e pelo fluxo de base. De acordo com o EIA (PLANARQ, 1997), este é um sistema de baixo potencial hidrogeológico, devido às suas características geológicas.

Nos Domínios B1 e B2 há a extração de água subterrânea por poços (tubulares) de abastecimento, que representa um tipo de descarga artificial.

Domínio C – coluviões e aluviões

Constituído pelo solo de alteração das rochas do Complexo Lagoa Real, que se distribuem por toda a área (exceto a oeste da área estudada, onde ocorre o domínio A) e pelos aluviões que se distribuem nas calhas dos rios, principalmente dos riachos Fundo, Engenho, Vacas e Mangabeira.

São depósitos sedimentares de granulação variável, desde argilas a areias grossas, com predominância de sedimentos arenosos.

Tem o formato de uma camada irregular, que recobre as rochas do Complexo Lagoa Real, exceto nas áreas de afloramento destas, e nas áreas de afloramento do domínio A. Ocupa, dentro dos limites de estudo de detalhe, uma área de aproximadamente 68,0 km² (72,0% da área superficial), possuindo espessura média de 6,9 metros (mediana de 6 metros), e a espessura máxima observada de 24 metros.

Os valores médios dos parâmetros hidrodinâmicos deste aquífero foram obtidos através de ensaios *in situ* e *ex situ*. Os valores médios obtidos são: condutividade hidráulica= 1,76x10⁻⁶m/s, porosidade total= 28,45% e porosidade efetiva = 5,23%.

A recarga se dá pela infiltração de parte das águas pluviais e pela infiltração das águas fluviais, nas épocas de cheia. Também há a contribuição pela água dos outros aquíferos, que fluem para os rios devido ao fluxo de base.

A descarga, como nos outros aquíferos, é através da evapotranspiração, pela infiltração da água nos aquíferos subjacentes e pelo fluxo de base. Neste aquífero também há a descarga artificial, através da extração de água por poços rasos e cacimbas.

A tabela 8.5.2 apresenta um resumo das características geométricas e hidrodinâmicas dos domínios hidrogeológicos, dentro da área estudada. As propriedades hidrogeológicas dos aquíferos estudados serão discutidas com maior detalhamento no próximo item.

Tabela 8.5.2 - Resumo das características geométricas e hidrodinâmicas dos domínios hidrogeológicos, dentro da área estudada

Domínio	Litologia	Geometria do Domínio Hidrogeológico	Área		Espessura	Propriedade Hidrogeológica
			km ²	%		
<i>Domínios Superficiais</i>						
A	Sedimentos arenosos a argilo-arenosos	Camada tabular aproximadam. horizontal	25,6	27,1	Máxima superior a 50m (estimada)	$k=1,75 \times 10^{-6}$ m/s (estimado); porosidade total= 29,28%; porosidade efetiva= 3,13%
C	Sedimentos predominant es. arenosos	Camada irregular, cobrindo as rochas do Complexo Lagoa Real	68,0	72,0	Média= 6,9m; Mediana= 6m; Máx. observada= 24m	$k= 1,76 \times 10^{-6}$ m/s; porosidade total= 28,45%; porosidade efetiva= 5,23%
<i>Domínios Subsuperficiais</i>						
B1	Rochas gnáissicas do Complexo Lagoa Real	Rocha predominante em subsuperfície, geometria não definida	62,9*	66,6*	Máx. observada= 150m; Máx. estimada= centenas de metros	$k= 1,56 \times 10^{-6}$ m/s; $T= 9,95E-5$ m ² /s; coef. de armazenamento = $1,5 \times 10^{-3}$
B2	Rochas graníticas do Complexo Lagoa Real	Corpos alongados na direção NW-SE, em meio aos gnaisses do Comp. Lagoa Real	21,5*	33,4*	Máx. observada= 70m; Máx. estimada = centenas de metros	$k= 7,04 \times 10^{-7}$ m/s; $T= 3,28 \times 10^{-5}$ m ² /s

* - Valores estimados

Fonte: PLANARQ (1997)

Hidrogeologia local

Pela compilação dos dados do meio físico existentes para a área do empreendimento foi possível identificar dois sistemas aquíferos: um associado ao capeamento colúvio-elúvio-aluvionar (denominado de aquífero granular), e o outro associado às rochas gnáissicas e graníticas do Complexo Lagoa Real (denominado de aquífero fissural).

Tabela 8.5.3 - Sistemas aquíferos identificados para a área estudada

Sistema Aquífero	Unidades Litológicas Abrangidas	Domínio Hidrogeológico
Granular	Coberturas Detríticas Terciárias-Quaternárias	A
	Solo de Alteração das rochas do Complexo Lagoa Real	C
	Aluviões	C
Fissural	Rochas Gnáissicas do Complexo Lagoa Real	B1
	Rochas Graníticas do Complexo Lagoa Real	B2

Fonte: PLANARQ (1997)

Quando a água da chuva infiltra-se no solo, ela percola o solo até atingir o topo rochoso. Chegando ao contato solo/rocha sã, parte da água percolada infiltra-se nas fissuras/foliações das rochas subjacentes, vindo a compor o aquífero fissural, de maior interesse para este estudo.

O resto da água que percolou o solo fica na camada de solo, constituindo o aquífero granular, e o fluxo desta água é paralelo ao contato solo/rocha, com sentido às áreas de menor cota topográfica.

No aquífero granular, constituído pela camada de solo residual das rochas do embasamento, coberturas detríticas terciárias-quaternárias e depósitos aluvionares, o fluxo das águas subterrâneas ocorre entre os poros do material sedimentar (porosidade primária).

O fluxo das águas subterrâneas através do aquífero fissural ocorre principalmente através de descontinuidades da rocha. Nestas rochas, devido à sua baixa porosidade primária, o fluxo das águas subterrâneas dá-se através dos planos de foliação, e principalmente através das linhas de intersecção entre a foliação e outras descontinuidades, como fraturas, falhas e juntas.

Na área de estudo, o aquífero granular tem caráter efêmero, existindo basicamente no período chuvoso. Neste período do ciclo hidrológico, o aquífero granular constitui uma fonte de recarga para o aquífero fissural, além de originar nascentes e constituir o fluxo de base das drenagens. Para este estudo, destaca-se a importância do aquífero fissural, pois os poços de abastecimento instalados sob a responsabilidade da INB na área do empreendimento e vizinhanças exploram a água deste aquífero.

Os poços rasos e cacimbas, utilizados pelos moradores da região para abastecimento de água, exploram o aquífero granular. Normalmente os poços rasos e cacimbas estão localizados nos vales e planícies aluviais, onde o aquífero granular é mais resistente à seca, pois é alimentada pelo aquífero fissural através do fluxo de base.

Características Hidráulicas do Aquífero Fissural

Para o conhecimento hidrogeológico do aquífero fissural na área em questão foram utilizados os dados de 93 poços de abastecimento de água subterrânea instalados pela INB no CIC e vizinhanças. Ou seja, são excluídos os dados dos poços de abastecimento instalados na cidade de Caetité, na localidade de Olhos D'Água, etc.

Recarga

Os valores de recarga obtidos para os diferentes tipos de solos são apresentados na tabela 8.5.4.

Tabela 8.5.4 - valores de recargas calculados para a área

Classe de Solo	Recarga Calculada (mm/ano)
Latossolo Vermelho-Amarelo	27/50
Solos Hidromórficos	22/50
Podzólico Vermelho-Amarelo,	23/50
Podzólico Vermelho-Amarelo,	15/00
Cambissolo Eutrófico,	15/00

Cambissolo Eutrófico, relevo ondulado a fortemente ondulado	10/75
--	-------

Fonte: PLANARQ (1997)

Analisando os valores de recarga obtidos através do modelamento numérico de aquífero com a tabela de potencial de infiltração dos diferentes tipos de solo, pode-se observar que os valores calculados são altamente correlacionados ao potencial de infiltração dos diferentes tipos de solo, exceto pelo valor de recarga obtido para os solos hidromórficos, que é relativamente menor ao esperado, de acordo com o potencial de infiltração dos solos.

Vulnerabilidade do aquífero

As áreas de maior vulnerabilidade do aquífero à poluição estão concentradas nos vales dos principais rios da região, onde o nível d'água subterrânea está à menor profundidade. Conforme aumenta a distância aos cursos d'água, menor é a vulnerabilidade do aquífero.

O mapa de vulnerabilidade dos aquíferos à poluição é apresentado na figura 8.5.1. Nesse mapa é possível observar que:

- Em aproximadamente 66,82% da área o aquífero apresenta desprezível a baixa vulnerabilidade;
- Em 26,68% da área o aquífero apresenta baixa vulnerabilidade à poluição;
- Em 4,50% da área o aquífero apresenta moderada vulnerabilidade à poluição;
- Em 2,00% da área o aquífero apresenta alta vulnerabilidade à poluição.

Observa-se que a unidade industrial e a lagoa de reciclagem de efluentes da Unidade de Concentrado de Urânio (URA) de Caetité estão assentadas sobre áreas de desprezível a baixa vulnerabilidade do aquífero. A área da cava da mina está disposta, em grande parte, em área de baixa vulnerabilidade. Porém uma parte da cava está sobre área de alta vulnerabilidade do aquífero.

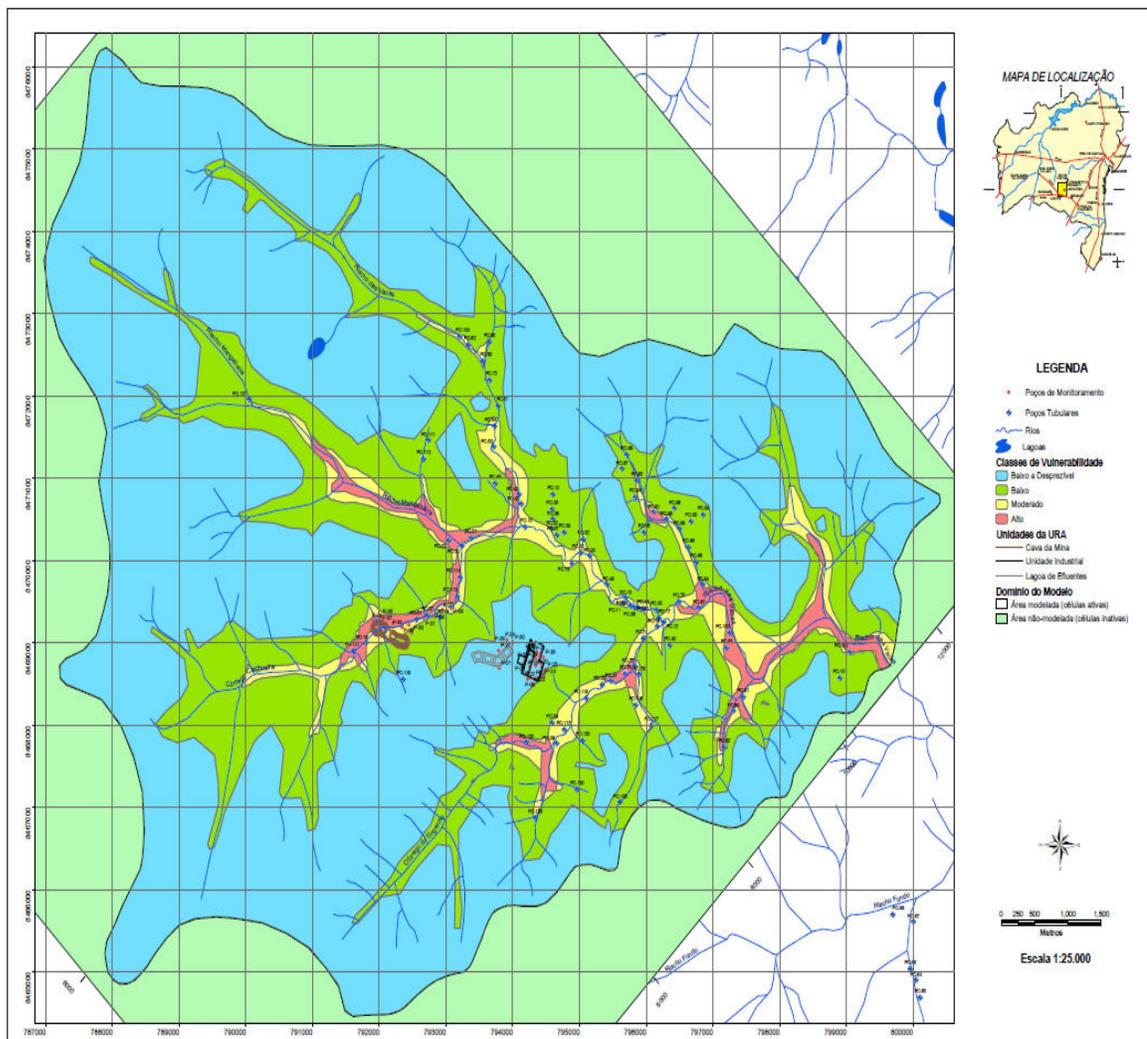


Figura 8.5.1 - Mapa de vulnerabilidade do aquífero

Exploração da Água Subterrânea

Foi realizada uma simulação da exploração contínua e de longo prazo da água subterrânea na área estudada, para o suprimento das necessidades da Unidade de Concentrado de Urânio (URA) de Caetité.

A simulação objetiva a visualização e compreensão da resposta do aquífero fissural ao stress imposto pelo bombeamento contínuo da água subterrânea.

As figuras 8.5.2, 8.5.3 e 8.5.4 apresentam a situação do rebaixamento do aquífero fissural após 5, 10, 25 e 50 anos de exploração da água subterrânea.

Os cones de rebaixamento gerados possuem maior comprimento na direção NW-SE, e menor comprimento na direção NE-SW, refletindo os diferentes valores de condutividade hidráulica para estas duas principais direções de anisotropia.

Analisando os mapas produzidos para 5, 10, 25 e 50 anos de exploração das águas subterrâneas, é possível notar que são poucas as diferenças entre os mapas.

O cone de rebaixamento se desenvolve de forma significativa até 5 anos de exploração, e de forma menos significativa entre 5 e 10 anos de exploração.

Após 10 anos de exploração das águas subterrâneas o cone de rebaixamento se estabiliza, criando um novo estado estacionário.

Este comportamento observado confirma o caráter de baixíssima permeabilidade, condutividade hídrica e capacidade de armazenamento dos aquíferos.

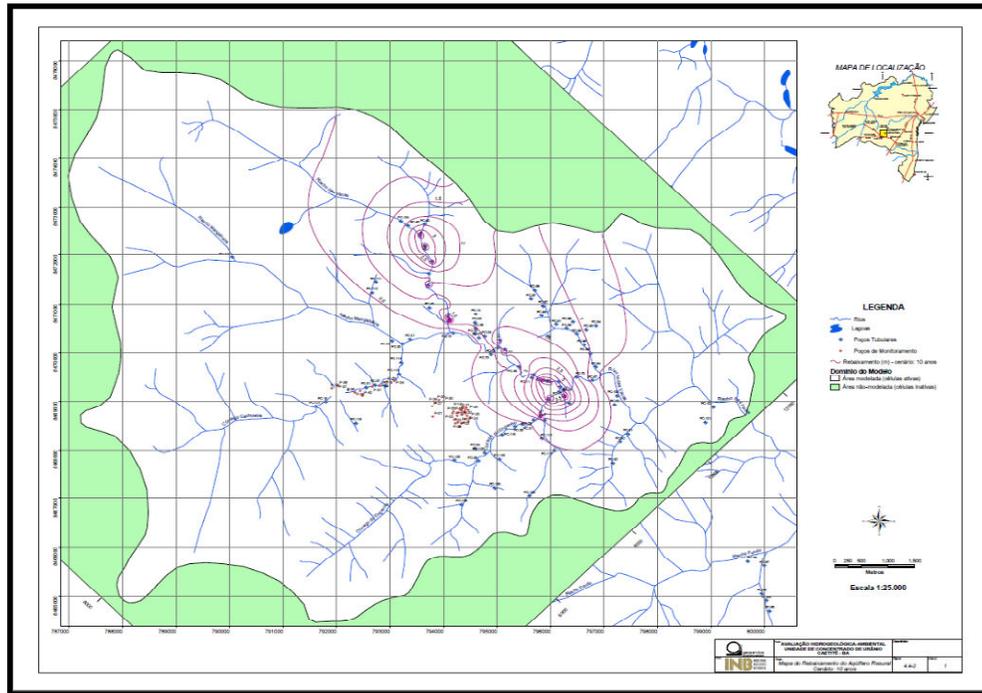


Figura 8.5.2 - Mapa de rebaixamento de aquífero após 05 anos de exploração

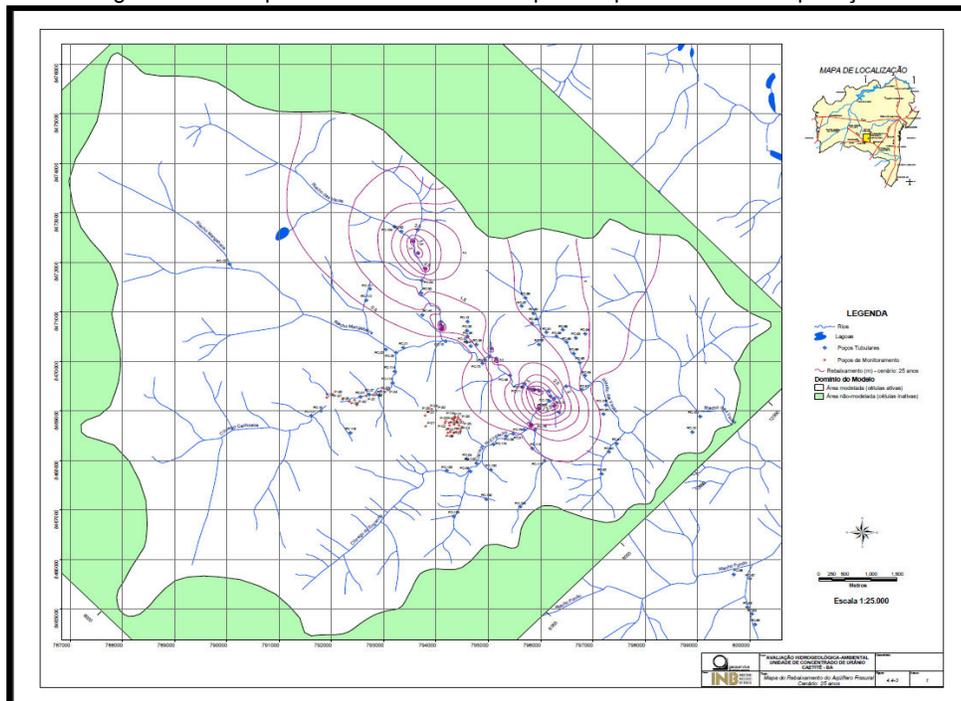


Figura 8.5.3 - Mapa de rebaixamento de aquífero após 10 anos de exploração

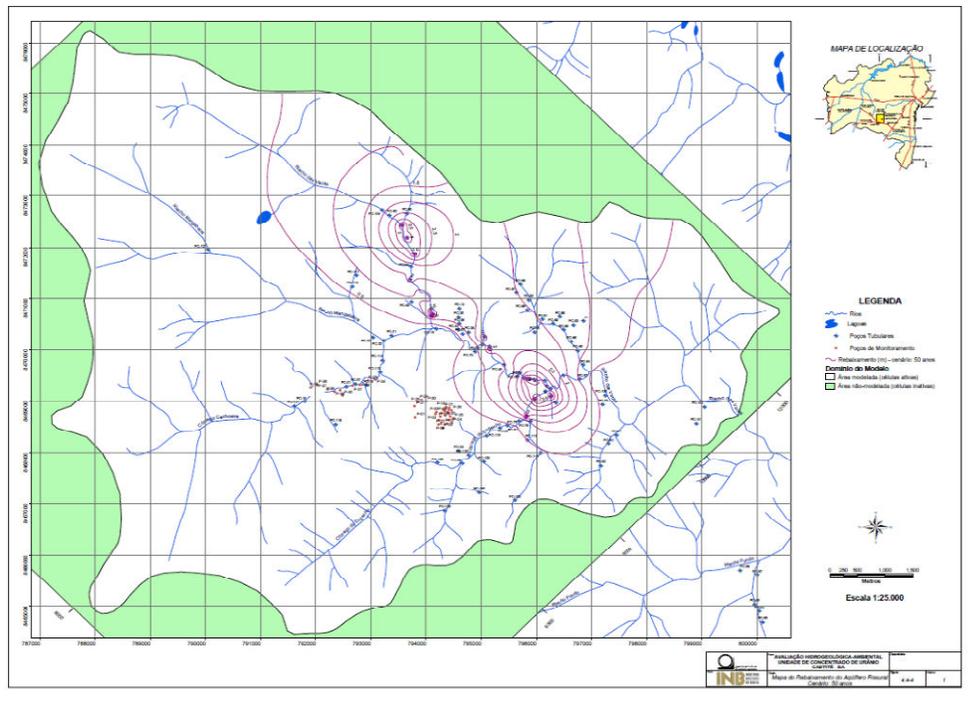


Figura 8.5.4 - Mapa de rebaixamento de aquífero após 25 anos de exploração

8.6. Qualidade das Águas

Analisando os processos de lavra e beneficiamento do minério uranífero, foram definidas as potenciais fontes de liberação de contaminantes ao ambiente na área estudada:

- Área da cava;
- Pilhas de lixiviação;
- Tanques de solução ácida;
- Área de Extração por Solventes Orgânicos;
- Bacias de Contenção e Reciclagem de Efluentes Líquidos;
- Área de Deposição de Rejeitos Sólidos;
- Tanques de Armazenamento de Compostos Químicos (ácido sulfúrico, solventes, etc.).

Cabe salientar que todas as atividades realizadas na área obedecem às normas ambientais em vigor, e que a área possui dispositivos e um programa de monitoramento ambiental da qualidade das águas subterrâneas, superficiais e solos.

Tabela 8.6.1 - Classificação de fontes de contaminação pontual no sistema POSH

POTENCIAL PARA CONTAMINAÇÃO SUBSUPERFICIAL	FONTE DE POLUIÇÃO				
	Disposição de Resíduos Sólidos	Áreas Industriais*	Lagoas de Efluentes	Miscelânea, Urbana	Lavra e Exploração de Minérios, Petróleo e Gás
Elevado	Resíduos de indústrias tipo 3, resíduos de origem desconhecida	Indústrias tipo 3, qualquer atividade com manuseio de >100 kg/dia de compostos químicos perigosos	Todas as indústrias tipo 3, qualquer tipo de efluente (exceto esgotos residenciais) se área >5 ha		Campos petrolíferos, lavra de metais
Moderado	Resíduos domiciliares, resíduos de indústrias tipo 1, agroindustriais, se precipitação >500 mm/ano; todos os outros casos	Indústrias tipo 2	Esgotos residenciais, se ocupar área >5 ha; outros casos não descritos acima ou abaixo	Postos de gasolina, rotas de transporte com tráfego regular de produtos perigosos	Lavra de materiais inertes
Reduzido	Resíduos domiciliares,	Indústrias tipo 1	Efluentes residenciais,	Cemitérios	

	resíduos de indústrias tipo 1, agroindustriais, se precipitação <500 mm/ano		misturados, agroindustriais e efluentes de lavra de não-metals se área <1 ha		
--	---	--	--	--	--

*Áreas contaminadas de indústrias abandonadas devem seguir a mesma classificação das áreas industriais ativas.

Fonte: (extraído de FOSTER *et al.*, 2002)

Indústrias tipo 1: marcenarias, fabricantes de comidas e bebidas, usinas de açúcar e álcool, processamento de materiais não-metálicos;

Indústrias tipo 2: fabricantes de borracha, fabricantes de papel e celulose, indústrias têxteis, fabricantes de fertilizantes, materiais elétricos, sabão e detergente

Indústrias tipo 3: refinarias de petróleo/gás, fabricantes de produtos químicos, farmacêuticos, plásticos e pesticidas, curtumes, indústrias de eletrônicos e processamento de metais.

8.7. Meio Biótico

O diagnóstico ambiental (PLANARQ, 1997) demonstrou que a vegetação das áreas de estudo apresentava-se como típica do bioma caatinga, com algumas áreas de cerrado e écotonos caatinga-cerrado e que uma porção significativa da área encontrava-se já severamente degradada, devido a processos antrópicos. Mas, também foram encontradas diversas áreas em bom estado de regeneração natural.

As populações de fauna e flora da caatinga estão sujeitas ao processo de seleção natural, condicionados fundamentalmente pelos períodos de disponibilidade e escassez de água. Portanto, as populações deste ambiente apresentam a maioria dos organismos adaptados a longos períodos de estiagem, alternados com períodos curtos de disponibilidade de água.

Outra adaptação consiste no acúmulo de água para uso durante o período seco. Isto reflete em uma diversidade biológica menor na estação seca, alternada com explosões populacionais no período chuvoso, utilizado pelas espécies animais e vegetais como período reprodutivo.

Os estudos anteriores do meio biológico (EIA-RIMA, Monitoramento de 2000, 2001, 2005) revelam uma região descaracterizada pelo uso humano, mas que ainda apresenta remanescentes representativos de alto valor para a conservação dos ecossistemas.

8.7.1. Cobertura Vegetal

Os diagnósticos ambientais de 1992, 1993 e 1996 (PLANARQ, 1997) constataram que a vegetação da Província Uranífera de Lagoa Real caracteriza-se pela dominância de Caatinga, apresentando-se esta sob a forma densa ou aberta, zona de Tensão (Caatinga/Cerrado), e nos pontos mais elevados, formações de Cerrado.

Além disso, foram encontradas áreas antropizadas para o cultivo agrícola de subsistência, pecuária de bovinos e extração de madeira para carvoaria e lenha. Foram identificadas formações arbóreo-arbustivas, com ocorrência de determinadas espécies com referencial endêmico, como a tartarena (*Pithecelobium acacióides*) e a suadeira (*Pilocarpus sp.*).

Dentre as espécies arbóreas identificadas, três da família das Leguminosas (Caesalpinaceae, Fabaceae e Mimosaceae) contribuíram com 50% dos representantes, seguidas das Anacardiaceas (4%), Apocinaceas, Sapindaceas, Bignoniáceas e Boragináceas, com 3% de representantes.

Espécies arbóreas de grande importância econômica e ecológica, algumas das quais integrantes da lista de espécies ameaçadas de extinção, tais como Angico, Aroeira, Baraúna, Imburana-de-cheiro, Pau-d'arco e Ipê, foram encontradas isoladas na área da Província uranífera.

Entre as espécies vegetais ameaçadas de extinção (Portaria IBAMA nº37-N, de 3 de abril de 1992) para a região da Caatinga mereceram destaque as Anacardiáceas aroeira-do-sertão (*Myracrodruon urundeuva*) e baraúna (*Schinopsis brasiliensis*), a Sapoteca quixabeira (*Bromelia obtusifolia*) e a anacardiacea, aroeira-do-sertão (*Astronium urundeuva*).

O estrato arbóreo não é denso (espaçamento de 3 a 5 metros), mas pode-se encontrar árvores com mais de 10 metros de altura como a baraúna e a imburana (*Bursera leptopholeos*).

O estrato arbustivo aparece como um sub-bosque ralo, com plantas espinhentas que estava até 2000, na sua maior parte, em uma fisionomia antrópica com cultivo de subsistência e atividades pastoris. O relato da época indica zonas de estágio de regeneração e evoluídos (GEODACTUM, 2000).

Em continuidade, não houve modificações estruturais na vegetação durante o ano seguinte, porém, foi observado nítido processo de colonização por espécies pioneiras, como a terezinha e o banha-manhosa, revelando condições propícias para a continuidade do processo de sucessão natural (GEOTACTUM, 2001).

Infelizmente, não houve um padrão metodológico que pudesse ser seguido pelas equipes de estudos posteriores, nem uma definição do esforço amostral, o que dificulta estabelecer uma comparação e evolução do estado atual fitossociológico.

Tabela 8.7.1.1 - Comparativo da diversidade de espécies, gêneros e famílias encontrados nos diferentes períodos de avaliação (1996, 1999 e 2005)

Estudos fitossociológicos	Ano	Espécies	Gêneros	Famílias
Diagnostico (EIA/RIMA)	1996	243	171	51
Monitoramento 1	2000/2001	131	90	35
Monitoramento 2	2005	170	57	34

FONTE: Ambientalís (2005)

No último monitoramento de 2005, as áreas selecionadas para as amostragens foram caracterizadas e comparadas entre si. O número de indivíduos e frequência é apresentado na tabela 8.7.1.2.

Tabela 8.7.1.2: Famílias e respectivas frequências de indivíduos

Famílias	Área 01		Área 02		Área 03		Área 04		Área 05	
	Nº de Indivíduos	%								
Tiliaceae	01	0.52	02	1.50	08	6.78	--	--	10	6.13
Labiatae	--	--	02	1.50	02	1.69	01	0.93	--	--
Leguminosae	26	13.54	20	15.04	05	4.24	34	32.39	34	20.90
Mimosoideae										
Anacardiaceae	01	0.52	02	1.50	03	2.54	05	4.63	03	1.84
Myrsinaceae	--	--	--	--	--	--	--	--	01	0.61
Leguminosae	55	28.64	25	18.79	04	3.39	06	5.56	33	20.24
Papilionoideae										
Rhamnaceae	01	0.52	05	3.76	--	--	--	--	--	--
Leguminosae	13	6.77	--	--	05	4.24	20	18.52	08	4.91
Caesalpinioide										
Verbenaceae	01	0.52	--	--	--	--	--	--	--	--
Myrtaceae	01	0.52	27	20.32	03	2.54	--	--	08	4.91
Meliaceae	02	1.04	--	--	--	--	--	--	--	--
Euphorbiaceae	11	5.73	02	1.50	09	7.63	04	3.70	07	4.29
Bignoniaceae	07	3.65	07	5.26	03	2.54	11	10.19	09	5.52
Gramineae	--	--	--	--	--	--	--	--	01	0.61
Palmae	--	--	--	--	--	--	--	--	03	1.84
Amaranthaceae	--	--	--	--	01	0.85	--	--	--	--
Polyginaceae	--	--	04	3.01	05	4.24	11	10.19	01	0.61
Lythraceae	--	--	03	2.26	--	--	--	--	--	--
Rutaceae	36	18.75	01	0.75	02	1.69	--	--	14	8.59
Boraginaceae	03	1.56	01	0.75	11	9.32	--	--	--	--
Apocynaceae	07	3.65	04	3.01	05	4.24	--	--	06	3.68
Bombacaceae	--	--	--	--	20	16.95	--	--	--	--
Solanaceae	06	3.13	07	5.26	05	4.24	--	--	02	1.23
Ulmaceae	--	--	--	--	01	0.85	--	--	01	0.61
Malvaceae	08	4.17	03	2.26	04	3.39	02	1.85	01	0.61
Compositae	--	--	--	--	--	--	01	0.93	--	--
Asteraceae										
Moraceae	--	--	--	--	--	--	01	0.93	--	--
Sterculicea	02	1.04	--	--	--	--	--	--	--	--
Anonaceae	--	--	02	1.50	--	--	--	--	10	6.13
Combretaceae	08	4.17	14	10.53	01	0.85	12	11.11	--	--
Erythroyclaceae	--	--	--	--	16	13.56	--	--	01	0.61
Sapindaceae	--	--	--	--	02	1.69	--	--	--	--
Burseraceae	03	1.56	02	1.50	03	2.54	--	--	10	6.13
Flacouritaceae										
TOTAL	192	100	133	100	118	100	108	100	163	100

FONTE: Ambientalís (2005)

Barragem de Águas Claras

Situada em frente à Barragem, destinada a Reserva Legal – Barragem de Águas Claras foi a que apresentou a maior diversidade de espécies (n=41), densidade de 758 indivíduos por hectare. As espécies dominantes foram: umburana (*Amburana cearensis*), ipê (*Tabebuia vellosi*), jacarandá aroeira (*Machaerium vilosum*), pimentinha (*Capsicum baccatum* L.), pé de cabra (*Bauhinia* sp.), fruta do juriti (*Galipea* sp.) e gabiribeira preta (sem identificação). As mais frequentes foram: *Pilocarpus* sp, *Amburana cearensis*, *Machaerium vilosum*. A predominância de espécies (41,41%) está no estrato inferior, ou seja, com altura inferior a 1,3 metros.

Horto Florestal (CEAM)

Situada atrás do Horto da INB – com 33 espécies, densidade de 730 indivíduos por hectare. As espécies dominantes foram a baraúna (*Schinopsis brasiliensis* Engl.) e o espinheiro (*Acácia farnesiana*). As mais frequentes foram a *Myrciaria truncifolia* Berg, a *Machaerium scleroxylon* e a *Cobretum leprosum*. Aqui as espécies que se destacaram em valor de importância são: baraúna (*Schinopsis brasiliensis* Engl.), *Myrciaria truncifolia* Berg, a *Machaerium scleroxylon* e a *Cobretum leprosum*, espinheiro (*Acácia farnesiana*), com valores próximos entre si. A predominância de espécies foi no estrato herbáceo (45,29%) que registrou todas as gramíneas e espécies rasteiras dominantes.

Riacho das Vacas (PC 43)

Situada em frente ao Horto da INB – com 34 espécies, densidade de 661 indivíduos por hectare. A espécie dominante identificada foi o acoita cavalo (*Luehea divaricata*) e as mais frequentes foram a *Bombax* sp, a *Erythroxylum* sp, a *Insertae seois*. A predominância de espécies foi no estrato inferior (40,74%), ou seja, com altura inferior a 1,30 metros, que registrou todas as plantas herbáceas ou lenhosas.

A maior parte da área encontra-se cultivada com milho, mandioca, hortaliças e pastagem. Nas áreas antropizadas em estágio de sucessão foram encontrados muitos indivíduos de *Melia azderach* e *Psidium* sp. A mata de galeria é formada por espécies de *Zizyphus joazeiro*, *Chlorophora tinctoria*, *Hymenaeae stignorcarpa*, *Piptadenia viridiflora*, *Piptadenia stipulaceae*, *Anadenanthera columbiana* e outros. Entre as trepadeiras destacam-se as espécies de *Delechampia pecholtiana*, *Cayaponia cordifolia* e *Passiflora Kermesina*.

Mina

Situada no entrono do canal de desvio do córrego Cachoeira – com a menor diversidade de espécies (n=23), densidade de 674 indivíduos por hectare. A espécie dominante foi a jurema-branca (*Mimosa artemisiana*) e as mais frequentes foram a *Bauhinia* sp, a *Acácia bonariensis* Gilles e a *Coccoloba* sp. A predominância de espécies foi no estrato herbáceo (57,89%), ou seja, com altura inferior a 1,30 metros, que registrou todas as plantas herbáceas ou lenhosas.

Portaria principal

Situada à direita do portão de entrada da URA, próxima à estação meteorológica – com 39 espécies, densidade de 504 indivíduos por hectare. A dominância foi apontada para as espécies sucupira vermelha (*Sweetia* sp), aroeira (*Myracrodoum* sp) e o espinheiro (*Acácia farnesiana*). As mais frequentes foram a *Machaerium* sp e a *Acacia bonariensis* Gillies. A predominância de espécies foi no estrato inferior (46,21%), ou seja, com altura inferior a 1,30 metros, que registrou todas as plantas herbáceas ou lenhosas.

Em todas as áreas, o estrato inferior foi o que apresentou a maior diversidade de espécies, seguido do estrato superior. O estrato intermediário foi o que apresentou menor diversidade de espécies, assim como o herbáceo. Isto significa que a área está se recuperando naturalmente e que as condições de preservação devem ser mantidas.

8.7.2. Fauna

A região das Caatingas é um importante centro de diferenciação e disseminação de espécies. Poucas são exclusivas desse ambiente, e é notória a falta de adaptações morfológicas da maioria das espécies às condições de semi-aridez. Por isto, neste ambiente ocorrem espécies registradas no Cerrado, no Chaco Paraguaio e nos agrestes que fazem transição para a mata atlântica e no litoral ao norte desta.

Fauna terrestre

A fauna terrestre foi dividida em termos de seus componentes fundamentais para o ecossistema, ou seja, animais que representam a maioria dos consumidores primários, secundários e terciários, como os vertebrados: mamíferos, aves, répteis e anfíbios, e os invertebrados: insetos, representando a base da pirâmide ecológica.

A) Vertebrados

Mamíferos

Como a região abriga uma variedade de ambientes da caatinga e de cerrado, permite abrigar, também, uma mastofauna variada. Em 2000 foi possível observar rastros de animais de grande porte, como a onça sussuarana (*Puma concolor*), próximo à área do dique no Riacho Cachoeira. No leito do mesmo riacho foram observados rastros do veado (*Mazama gouazobira*) e do tatu-

galinha (*Dasypus novemcinctus*), junto a rastros de animais domésticos, demonstrando a fragilidade em que se encontra o local, por conta das atividades humanas.

O primeiro levantamento da fauna mastozoológica, realizado em 1993 (PLANARQ, 1997), foi expressivo, com 51 espécies, distribuídas em 13 famílias e 8 ordens.

Em 2005, foram registradas 33 espécies, 14 delas foram pequenos mamíferos (roedores e marsupiais), quatro marsupiais e dez roedores, porém, não há como comparar estes com os dados anteriores, pela ausência de informações em relação ao esforço de captura de 1993. Dessas, 11 espécies foram capturados em armadilhas do tipo sherman e “pitfall”, totalizando 128 espécimes capturados nas seis áreas amostrais, com um sucesso de captura de 6,4%.

Duas outras espécies de roedores foram registradas por observação direta (*Sciurus sp.*, e *Galea spixii*) e duas registradas por entrevista (*Dasyprocta agouti* e *Kerodon rupestris*). Dentre as 19 espécies de mamíferos terrestres de médio porte, quatro são consideradas ameaçadas de extinção. O cachorro-vinagre (*Speothos vanaticus*), a sussuarana (*Puma concolor*), a Jaguatirica (*Leopardus pardalis*) são classificadas na categoria vulnerável segundo a lista de espécies ameaçadas de extinção do Brasil (IBAMA, 2003), e o gato-do mato-pequeno (*Leopardus tigrinus*) considerado quase ameaçado pela IUCN (2004) e vulnerável pela lista de espécies ameaçadas de extinção do Brasil (IBAMA, 2004).

Desde o primeiro diagnóstico em 1993, já haviam sido registradas as informações dos moradores da região sobre a provável extinção das espécies: onça – *Panthera onca* (ocorria em toda a região); quati – *Nasua nasua* (espécies antes encontradas nos remanescentes de mata ciliar); tatu-canastra – *Priodontes maximus* e o tamanduá-bandeira – *Myrmecophaga tridactyla* (ocorria em áreas abertas).

Aves

No diagnóstico inicial (1993) as aves foram o grupo que apresentou maior riqueza específica dentre os vertebrados, com o registro de 142 espécies, distribuídas em 37 famílias e 18 ordens (PLANARQ, 1997). Esse primeiro levantamento estimou o número de espécies em 41,5% do total esperado pra o bioma Caatinga. Nessa ocasião foram observadas lagoas, açudes perenes e temporários que permitem ocorrência de aves dependentes de ambientes aquáticos. Foram encontradas espécies como *Podiceps dominicus* (mergulhão pequeno); *Casmerodius albus*

(garça-branca-grande); *Egretta thula* (graça-branca-pequena); *Butorides striatus* (socozinho); *Dendrocygna viduata* (irerê); *Amazonetta brasiliensis* (marreca-de-pé-vermelho); *Rostrhamus sociabilis* (gavião-caramujeiro); *Aramides cajanea* (saracura-três-potes); *Gallinula chloropus* (frango-d'água-comum); *Porphyryla martinica* (frango-d'água-azul). A maior parte delas migram no período da seca quando há escassez de água.

Já no monitoramento de 2001 foram identificadas 161 espécies (GEODATUM, 2001) e no último monitoramento (2005), 153 (AMBIENTALIS, 2005). A ave mais encontrada em 2005 foi *Coryphospingus pileatus*, em cinco, das seis áreas amostradas e a área com maior número de capturas foi o Riacho das Vacas. No cômputo geral, podemos dizer que foram identificadas quase 300 espécies de aves durante esses monitoramentos, agrupadas em 53 famílias.

Das 153 espécies de aves registradas em 2005, 115 coincidem com os registros realizados na campanha de monitoramento em 2001 (na estação seca), mas, 40 espécies são registros novos pra o local e 46 foram apenas registradas em 2001. Esta diferença deve-se, provavelmente, aos diferentes pontos de amostragem e a diferentes métodos e materiais utilizados. Importante salientar que a equipe de 2001 realizou levantamentos noturnos e a de 2005, diurnos, o que determinou o número de espécies de aves noturnas maior em 2001. As aves noturnas registradas em 2005 foram observações aleatórias, quando em acompanhamento da equipe de anurofauna ou mastofauna.

Répteis e anfíbios

Considerando os 3 monitoramentos, pode-se dizer que já foram identificadas mais de 50 espécies de répteis e mais de 30 de anfíbios para a região. A riqueza de espécies de anfíbios registrada em 2005 (20 espécies) foi superior a registrada no monitoramento anterior (2000/2001). Tais diferenças podem ser decorrentes de pelo menos dois fatores principais: o primeiro, devido às condições climáticas dos períodos de estudo e segundo, às diferenças no esforço amostral entre os monitoramentos.

As condições climáticas podem alterar o comportamento de muitas espécies e potencialmente interferir no seu registro. Além de diferenças nas metodologias empregadas, o período de amostragem em 2005 foi inferior (190 dias) ao estudo anterior (20 dias), dificultando comparações, especialmente em relação à abundância das espécies.

Em 2005 foram registradas 16 espécies de répteis, sendo sete espécies de serpentes, oito de lagartos e uma de cágado, mostrando uma redução da diversidade em relação aos Diagnósticos de 1993 e 1996 (PLANARQ, 1997).

A maior riqueza de espécies da herpetofauna registrada nas áreas do horto Florestal, Lavra e Plataforma, deve-se ao número de espécies de lagartos. Enquanto a riqueza de espécies de serpentes variou pouco (de zero a três) entre áreas de estudo, a riqueza de espécies de lagartos observada em cada área foi bastante variável. Nenhuma das espécies de répteis registradas encontra-se nas listas de espécies de ameaçadas de extinção do IBAMA.

Entre os anfíbios, as famílias *Hylidae* e *Leptodactylidae* têm sido as mais representativas, seguindo o padrão observado nas taxocenoses de anuros neotropicais. Nas áreas da Lavra, Portaria Principal e Bacia de águas claras foram registradas mais espécies da família *Hylidae*. No Riacho das Vacas foi observado o mesmo número de espécies das famílias *Hylidae* e *Leptodactylidae*. É possível que estas diferenças sejam decorrentes de diferenças ambientais entre as áreas estudadas.

Talvez as áreas da Plataforma e Horto Florestal apresentam maior número de espécies da família *Hylidae* por apresentarem vegetação mais heterogênea, ou maior variedade de microambientes utilizados por espécies arborícolas. Nessas áreas (Plataforma e Horto Florestal), Também foi observada uma maior riqueza de espécies, sugerindo a possibilidade de maior variedade de ambientes reprodutivos para anuros.

A maioria das espécies registradas apresenta ampla distribuição geográfica nos domínios do cerrado e caatinga. As espécies de distribuição geográfica mais restrita observadas na área de estudo foram *Trachycephalus atlas*, *Leptodactylus troglodytes*, *Physalaemus cf kroyeri* e *Physalaemus cf cicada*. Essas espécies apresentam distribuição geográfica restrita ao nordeste do Brasil e merecem consideração especial nos estudos de impacto ambiental.

As demais espécies (e.g. *Bufo schneideri*, *B. granulosis*, *Hyla minuta*, *H. crepitans*, *Dermatonotus mülleri*, *Phyllomedusa hypochondrialis*, *Scinax x-signatus*, *Leptodactulus fuscus*, *L. mystacinus*), apresentam ampla distribuição geográfica e são relativamente comuns em áreas abertas.

Nenhuma das espécies de anfíbios registrada neste estudo, Ambientalís (2005), encontra-se nas listas de espécies de anfíbios e répteis ameaçadas de extinção do IBAMA e IUCN.

B) Invertebrados

Durante os três monitoramentos foram identificadas mais de 900 espécies de insetos, sendo que a maioria não foi identificada em nível de espécie e algumas nem mesmo em família, optou-se por estimar a situação local para ordens, mesmo porque será a sua quantificação em abundância que poderá servir como base para uma avaliação do ponto de vista ecológico.

Insetos

Desde o primeiro diagnóstico (PLANARQ, 1996) ficou claro a diferença da diversidade de espécies e famílias de insetos entre as duas estações climáticas, a seca e a chuvosa. Naquela ocasião foram identificadas 22 famílias, 55 gêneros e 76 espécies, na estação seca e após o período chuvoso, 35 famílias, 13 sub-famílias, 110 gêneros e 148 espécies, consequência do aumento da oferta de água, abrigo (folhas), e alimentos (néctar, frutos, outros insetos).

A ordem Lepidoptera (borboletas) apresentou-se como grupo de insetos dominantes. Devido aos requerimentos das espécies dessa ordem quanto ao tipo de habitat (vegetação diversificada e abundância de flores), considera-se que estas sirvam para indicar a condição geral de uma área, já que as áreas ocupadas por borboletas tenderão a suportar outros grupos de insetos.

Os estudos procedidos no entorno do empreendimento indicam que existe riqueza de grupos e de espécies de insetos, ou seja, apesar de prolongada estiagem sofrida pela região à época dos primeiros trabalhos, o ecossistema oferece suporte de pastejo favorável à alimentação, reprodução e conseqüentemente perpetuação das espécies ali encontradas.

A análise realizada pela equipe do último monitoramento (2005) indica que há certa estabilidade na abundância das famílias em relação ao monitoramento de 2001. Alguns grupos não identificados anteriormente foram observados na última campanha, como os insetos *Blattodeos* e *Orthopteros* (Ensífera).

Apenas em uma ordem houve aumento do número de famílias, ordem Hymenoptera (32 famílias). Das seis áreas amostradas, o Horto Florestal foi o local que apresentou maior diversidade de espécies (n=207) e o Riacho das vacas foi a segunda área com maior diversidade de espécies (n=105). Nos dois últimos monitoramentos (2001 e 2005) a área do

Horto Florestal foi a que apresentou maior heterogeneidade de habitat e de micro-habitat, como canteiros de mudas nativas, jardins, capoeiras, assim como um corpo d'água semipermanente, o que pode estar relacionado ao maior número de táxons identificados. Exemplo disso é o grande número de morfoespécies identificadas na ordem Coleóptera.

Biota aquática

A informação referente à biota aquática do ambiente de Caatinga é bastante limitada devido à escassez de água que caracteriza esse tipo de ambiente, bem como a ausência de publicações sobre o assunto. A grande maioria dos rios que cortam o terreno da Caatinga é de natureza temporária, e fluem apenas durante a estação chuvosa. A falta de água aliada a irregularidade na duração do período seco limitam o desenvolvimento da fauna aquática, a qual está principalmente circunscrita a lagos e açudes que retêm água durante o período da estiagem.

Portanto, conforme esperado, a maioria das espécies aquáticas que habitam áreas de Caatinga possuem as seguintes características:

- As espécies aquáticas que toleram grandes flutuações no volume de água, e, por conseguinte nas concentrações dos íons, nutrientes e outras substâncias, devido à oscilação de níveis entre a estação chuvosa em relação às médias diurnas.
- A biota aquática das Caatingas tolera flutuações de temperatura significativas, que ocorrem entre o dia e o período noturno, geralmente caracterizado por baixas temperaturas.
- As espécies aquáticas da Caatinga adotam estratégias reprodutivas que garantem a perpetuação da descendência. Em ambientes lóticos a biota deve aguardar o aparecimento da água para reproduzir-se rapidamente, antes que o rio pare de fluir.

Fitoplâncton

Quanto à composição algal, a partir da análise das amostras qualitativas e quantitativas da comunidade fotoplanctônica coletada no mês de janeiro de 2005, foram inventariados 180 táxons, distribuídos em 12 grupos taxonômicos: *Chlorophyceae* (52), *Euglenophyceae* (35), *Zygnemaphyceae* (30), *Bacillariophyceae* (27), *Cyanobacteria* (18), *Xanthophyceae* (6), *Cryptophyceae* (5), *Chrysophyceae* (2), *Dinophyceae* (2), *Oedogoniophyceae* (1), *Rodophyceae* (1).

Destacou-se a ocorrência de cianobactérias comumente registradas em ambientes de elevado grau de trofia (TUCCI & SANT'ANNA, 2003), e toxigênicas, dentre as quais, *Anabaena*, *Microcystis*, *Planktolyngbya*, *Planktothrix* e *Aphanocapsa*.

Zooplâncton

Quanto à composição, nas amostras de zooplâncton, referentes às coletas realizadas no mês de janeiro de 2005 foram identificados 71 táxons. Os rotíferos constituíram-se no grupo mais especioso, sendo registrado um total de 32 espécies, seguidos por protozoários testáceos, com 17 espécies, cladóceros com 15 espécies e copépodos, com 8 espécies.

Entre os protozoários testáceos, foram identificadas espécies pertencentes a 5 diferentes famílias, destacando-se os difflugídeos (8 táxons) e arcellídeos (5 táxons). Estas famílias têm sido observadas entre as mais especiosas entre os testáceos, em diversos estudos realizados em ambientes aquáticos continentais brasileiros, seja em ambientes lóticos ou lênticos, sejam em amostras de plâncton, sedimento ou de fauna associada à vegetação aquática (LANSAC-TÔHA *et al.*, 2001)

Os rotíferos estiveram representados por 11 famílias sendo as famílias Brachionidae e Lecanidae as mais especiosas, com 10 espécies cada.

Entre os microcrustáceos, os cladóceros foram representados principalmente pelas famílias Chydoridae (6 espécies) e Daphnidae (5 espécies).

Os copépodos foram representados principalmente pela família Cyclopidae, com espécies, família esta composta por um grande número de táxons que têm a região litorânea como habitat preferencial. Por outro lado, Diaptomidae, tipicamente planctônica, foi representada por apenas uma espécie.

Os baixos valores de riqueza de espécies observados no Riacho das Vacas estão, provavelmente, associados às reduzidas concentrações de oxigênio dissolvido verificadas neste ponto de amostragem.

Macroinvertebrados bentônicos

Na campanha realizada no mês de janeiro de 2005 foram coligidos 410 indivíduos, distribuídos em 27 táxons sendo que os mais abundantes foram: Annelidae (40,73%), Gastropoda (40,49%), Coleoptera (5,85%), Odonata (4,87%), Crustácea (4,14%) e Diptera (3,65%). Os grupos bentônicos mais importantes em densidades foram Gastropoda (Mollusca); Oligochaeta (Annelidae); Coleoptera e Odonata (Insecta).

A maior densidade de Gastropoda pode ser explicada pela alta concentração de sais dissolvidos na água o que a torna muito dura e alcalina, além de alta condutividade elétrica, encontrada em todos os pontos amostrados o que propicia que os organismos, utilizem estes íons para confecção de suas conchas.

Quanto a frequência de ocorrência da macrofauna bentônica observou-se que os organismo que esteve mais frequente na população foi Micromenutes sp. Com 90% de ocorrência, também se ressalta a presença de Melanoides sp. E Oligochaeta com 40% de frequência, os demais organismos foram encontrados na faixa entre 10 e 30 % de ocorrência sendo classificados como pouco frequentes.

Em relação à entomofauna aquática foram identificados 251 indivíduos, pertencentes a 11 famílias e aproximadamente 26 gêneros. A Barragem de Águas Claras foi a que apresentou menos abundância e diversidade de espécies (47 ind. / 0,50 bits) respectivamente, sendo que a área com maior número de táxons registrados foi o Riacho das Vacas, com uma diversidade de 0,97 bits.

A área do Horto Florestal foi a que apresentou maior abundancia relativa, sendo identificados nesta área 108 indivíduos, distribuídos em 16 táxons.

Quanto aos insetos aquáticos, os táxons registrados caracterizam-se por apresentar ampla distribuição, sendo a maioria deles resistentes a certos níveis de perturbação ambiental.

8.8. Meio Antrópico

8.8.1. Atividades Econômicas e Estrutura Produtiva

Com população estimada em 47.500 habitantes, segundo o IBGE (2010), o município de Caetité atraiu grandes investimentos na ultima década.

Entre os pontos de destaque da economia cita-se:

- Promissor entroncamento rodoferroviário, com a implantação e ampliação de obras como BR 030, BR 122, BR430 e a Ferrovia Oeste-Leste;
- Na pecuária destaca-se um rebanho bovino de mais de 34 mil cabeças;
- Grande jazida ferrífera, em vias de exploração;
- Importante parque eólico já implantado;
- Única mina de urânio em operação na América Latina.

8.8.2. Uso e Ocupação do Solo

Este estudo apresenta dados de campo de propriedades existentes no local abrangendo os distritos de Maniaçu, Vila Mocambo, Vila São Timóteo pertencentes, respectivamente, aos municípios de Caetité, Livramento de Nossa Senhora e Lagoa Real.

Na região há predominância da agricultura familiar de subsistência com adoção de técnicas rudimentares de produção. Entre as atividades agrícolas, destaca-se o plantio de mandioca (destinada a produção de polvilho e farinha), milho, feijão, arroz, cana de açúcar (destinada a produção de rapadura e cachaça) e pequenas horticulturas cultivadas no período de chuvas (novembro /março).

Os agricultores suprimem a vegetação sem o devido cuidado na manutenção de áreas de preservação permanente e reserva legal. Por vezes, utilizam o fogo como método para desmatar, o que compromete a fertilidade e estrutura dos solos.

O plantio de mandioca predominava o ano inteiro mesmo em períodos de grandes secas. Cerca de 90% era destinada a produção de farinha (principal fonte de recurso da região na época). A pecuária caracterizava-se pelo predomínio da bovinocultura de corte, com 0,9% destinada a comercialização.

A avicultura, com criação de galinhas, patos, gansos, pavões, galinhas d'angola e perus, que também são destinadas à subsistência. O extrativismo vegetal é observado em toda área tendo um consumo médio de 50% de madeira sob forma de lenha.

Os agricultores suprimem a vegetação sem o devido cuidado na manutenção de áreas de preservação permanente e reserva legal. Por vezes, utilizam o fogo como método para desmatar, o que compromete a fertilidade e estrutura dos solos. Grande parte da área que atualmente pertence à INB, quando adquirida, encontrava-se na condição de pastagem degradada ou campo sujo.

A empresa tem como objetivo a contínua recuperação das áreas pertencentes a antigos proprietários e implantação de práticas conservacionistas (combate à caça, por exemplo), assim como técnicas que reduzam o impacto causado por suas atividades. Em virtude dessas medidas, grande parte da área dentro dos limites do empreendimento encontra-se em estágio avançado de recuperação.

Em respeito à legislação vigente, a INB mantém suas áreas de reserva legal e preservação permanente. O Anexo IX traz o mapa dessas áreas. Nos Anexos X e XI constam os mapas de uso do solo da área adquirida pela empresa.

9. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

A URA é um complexo composto por uma mina a céu aberto, uma mina subterrânea em implantação e uma unidade de beneficiamento.

Está localizado no Município de Caetité no sudoeste do Estado da Bahia, definida pelas coordenadas 42°00'-42°30'W e 13°30'-14°15'S.

A área de aproximadamente 1.200 ha onde está o empreendimento é de propriedade da INB e situa-se a 40 km da sede do município.

As unidades operacionais, ou seja, a mina, usina e os depósitos estéril e rejeitos, ocupam uma área em torno de 110 ha.

O acesso rodoviário, a partir de Salvador, se faz através das rodovias asfaltadas BR-324, BR-116, BR-026 e BR-030 até Caetité, num total de 654 km.

A partir de Caetité, o acesso rodoviário às jazidas de urânio é por estrada asfaltada com 28 km de extensão e 12 km de estrada vicinal.

As distâncias aproximadas dos núcleos populacionais mais significativos e mais próximos, em torno da área são: Maniaçu e Juazeiro, pertencentes ao Município de Caetité, respectivamente a 12 km; a sede do Município de Lagoa Real a 35 km; São Timóteo, pertencente ao Município Livramento de Nossa Senhora a 20 km.

As figuras 9.1 e 9.2, logo a seguir, ilustram a localização do empreendimento no Estado da Bahia.

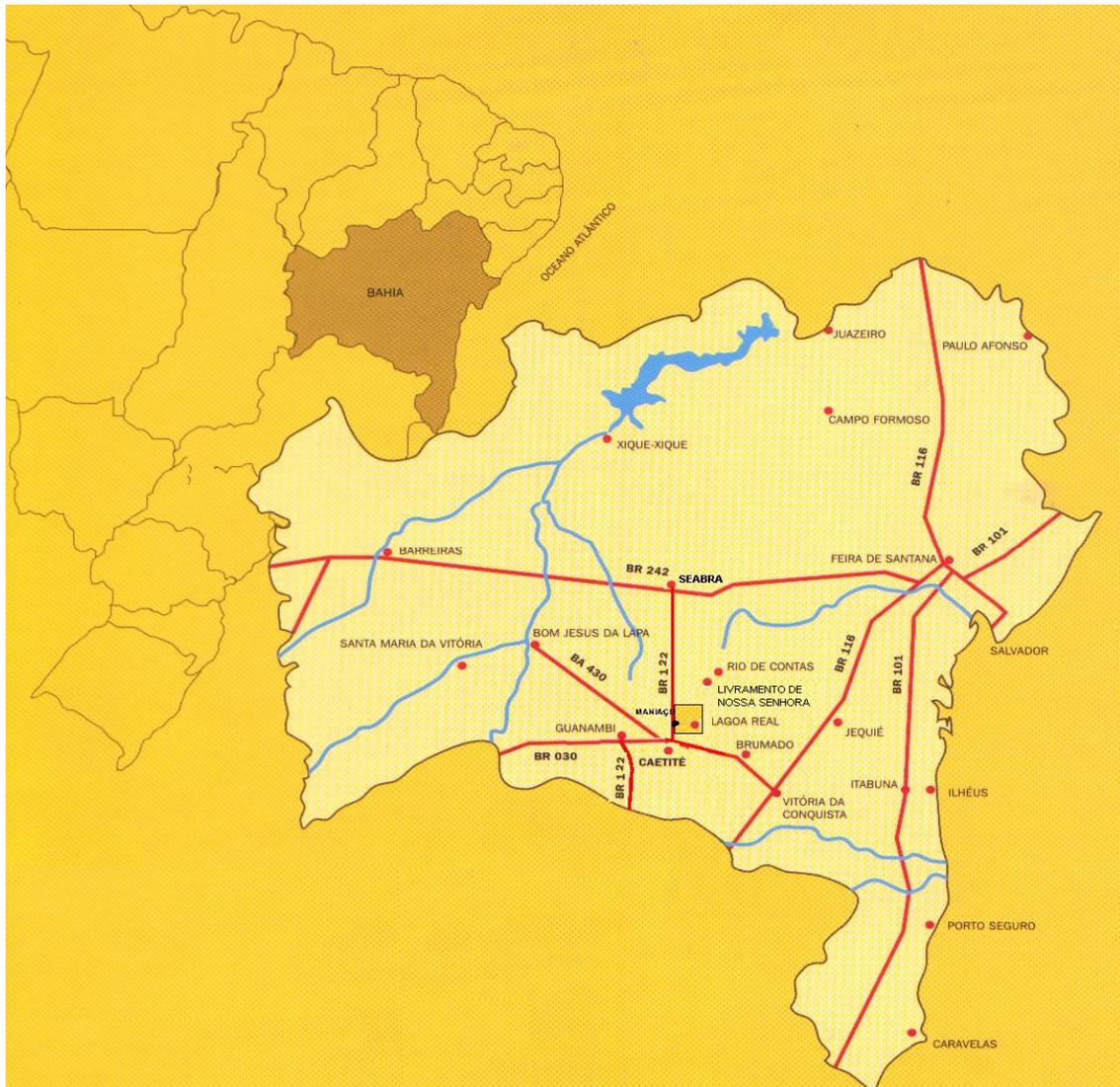


Figura 9.1.: Mapa de Localização de Caetité

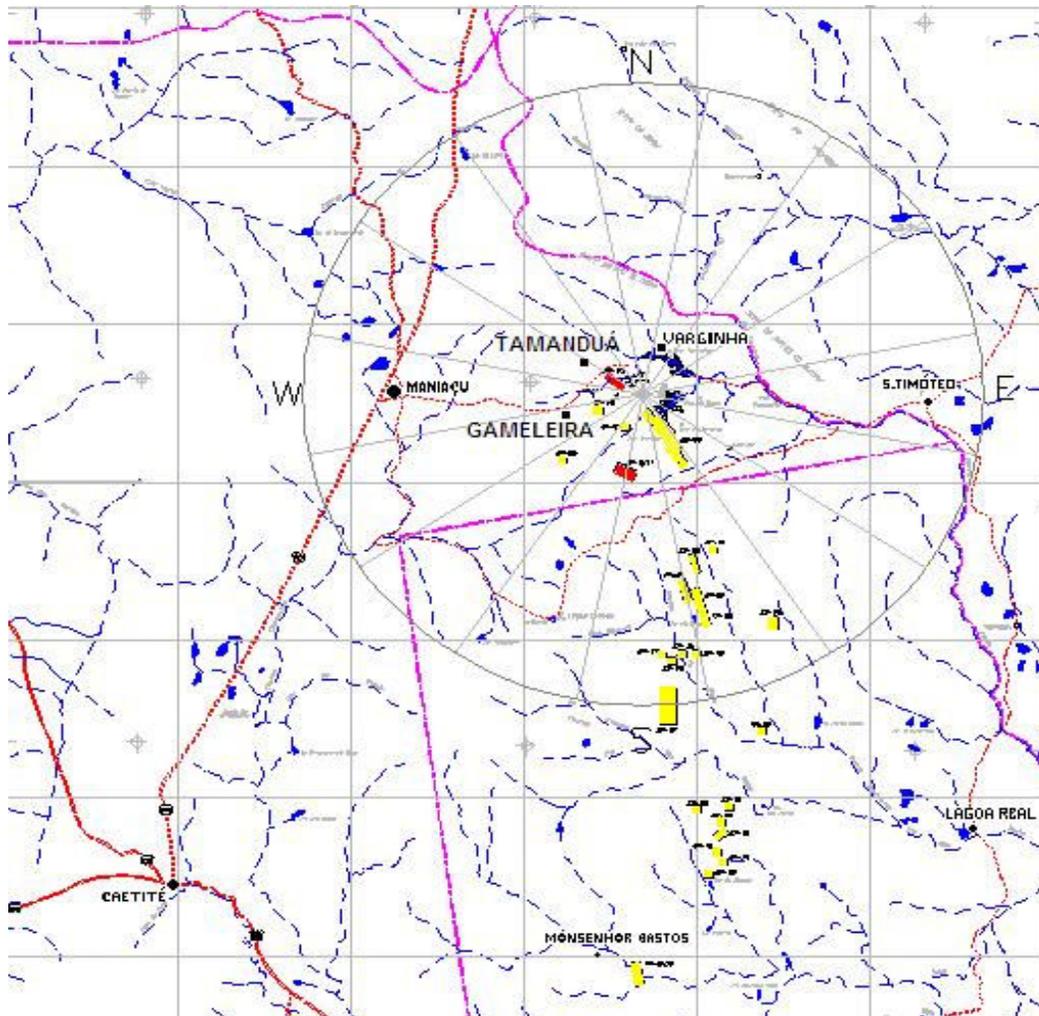


Figura 9.2.: Mapa de Localização da URA (Indicada no centro do círculo) Fonte: INB

A capacidade nominal de produção da unidade da INB em Caetité é de 800 toneladas de concentrado de urânio (DUA) por ano, sendo que, a produção real encontra-se em 400 toneladas.

9.1. Métodos de Lavra

A URA lava e beneficia minério de urânio, sendo a única empresa em operação na América Latina. Sua produção supre a Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (Angra 1 e 2) em Angra dos Reis-RJ. A lavra é realizada a Céu Aberto na Mina Cachoeira, que é composta por três corpos uraníferos denominados de corpos I, II e III. Os corpos I e III (Figura 9.1.1) constituíram os alvos iniciais dos trabalhos de lavra a céu aberto iniciando-se os trabalhos no final de 1999.

A vida útil da cava foi estimada em 12 anos até a cota 770 sendo que abaixo dessa cota, os estudos de viabilidade técnica-econômica, mostraram que devido ao aumento da relação estéril/minério e o conseqüente aumento do custo de extração do minério, é inviável a continuidade da lavra do mesmo por meio de uma cava a céu aberto. O corpo II está em fase de lavra na mesma modalidade.

Os recursos minerais nos corpos I, II e III da mina Cachoeira estão resumidos na tabela 9.1.1, entre as cotas 770 até a 593.

Tabela 9.1.1 - Recursos minerais da Mina Cachoeira

Localização	Tonelada (t)	Teor U ₃ O ₈ (ppm)
Cota 770 a 593 (Corpos 1, 2 e 3)	1.924.230	2.994
Corpo II (Da superfície até a cota 593)	257.068	2.763
Corpos I e III	1.644.493	3.030



Figura 9.1.1 - Mina (corpos I e III)

Com a inviabilidade de continuação da mina a céu aberto, a mineração em subsuperfície é uma opção analisada.

O método de lavra em subsolo a ser utilizado nos corpos I e III é o desmonte em recuo de subníveis concomitante ao enchimento dos realces com estéril (*rockfill*), sendo este uma variável do método conhecido como *Subníveis (sublevel)*. O enchimento dos realces se faz necessário para aumentar a estabilidade geral do maciço rochoso, permitir a lavra dos subníveis superiores e lavar o *crown pillar*.

A aplicação mais comum deste método é em corpo mineralizado com alto mergulho, onde as rochas encaixantes das paredes de contato são relativamente competentes e estáveis, permitindo a abertura de grandes salões.

9.1.1. Lavra a Céu Aberto

A primeira etapa das atividades de lavra é o desmatamento para posterior decapeamento do solo. Esta etapa é estritamente necessária para dar sequência às operações de lavra. Com a finalidade de minimizar a movimentação do material e, conseqüentemente, a agressão ao meio ambiente definiu-se que se retiraria a vegetação de maior porte (árvores), localizada dentro das áreas de domínio da lavra do Corpo I e dos módulos I, II e III do depósito de estéril, obedecendo rigidamente a demarcação topográfica dos limites das áreas que sofreriam intervenção e mantendo a vegetação ciliar ao longo da calha do Córrego Cachoeira. As porções das duas áreas desmatadas totalizaram, aproximadamente, 4 ha.

A etapa de destocamento foi necessária devido à ocorrência, embora restrita, de “tocos” remanescentes das árvores de maior porte nas áreas desmatadas, trabalho este executado com o apoio de um trator sobre esteiras.

Na etapa de decapeamento do “top-soil”, todo o solo superficial, rico em húmus, das áreas suprimidas e destocadas da mina e do depósito de estéril foi removido mecanicamente com trator sobre esteiras, incorporando a cobertura vegetal existente (gramíneas, pastagens, arbustos, etc) e acondicionado em “leiras”. Posteriormente foi transportado para o depósito de estéril e disposto em locais apropriados nas proximidades superiores do mesmo, para sua posterior utilização nas atividades de revegetação das áreas degradadas. Foram estocadas aproximadamente 3.000m³ de *top-soil*. Após a execução das atividades mencionadas, foi realizada a decapagem propriamente dita utilizando-se de um trator de esteira com escarificador

e uma motoniveladora para a exposição da rocha mineralizada. Em pontos específicos foram necessários o desmonte secundário das rochas com explosivos.

Configuração Atual da Lavra

A cava dos corpos I e III conta atualmente com as seguintes dimensões: 650m de comprimento por 215 m de largura e 120 m de profundidade, com área aproximada da cava em 14,6 hectares, bancos de lavra em operação com bermas de 5m de largura e taludes de até 15 m de altura.

O minério de urânio apresenta um teor médio aproximadamente de 3.000 ppm de U_3O_8 , tendo sido extraído até julho de 2011, cerca de 14.864.601 toneladas de material (minério + estéril) conforme tabela 9.1.1.1. Ver Anexo I - Arranjo Geral da URA.

Tabela 9.1.1.1 - Resumo de produção de minério / estéril da mina a céu aberto

Resumo de Produção Minério / Estéril da Mina a Céu Aberto				
ANO	MINÉRIO (t)	ESTÉRIL (t)	REM	OBS.
1999	3.858	2.544	0,66	Solo + Rocha .Alt.+Rocha sã
2000	88.669	297.304	3,35	Solo + Rocha .Alt.+Rocha sã
2001	14.268	160.704	11,26	Solo + Rocha .Alt.+Rocha sã
2002	135.849	646.934	4,76	Solo + Rocha .Alt.+Rocha sã
2003	165.532	1.114.428	6,73	Solo + Rocha .Alt.+Rocha sã
2004	170.167	1.049.766	6,17	Rocha sã
2005	57.569	1.495.207	25,97	Retaludamento / Rocha sã
2006	101.865	1.425.691	14,00	Retaludamento / Rocha sã
2007	161.976	2.061.421	12,73	Retaludamento / Rocha sã
2008	171.936	1.760.689	10,24	Rocha sã
2009	170.284	1.529.807	8,98	Rocha sã
2010	107.686	1.186.049	11,01	Rocha sã
2011	161.892	1.152.707	7,12	Rocha sã

Resumo de Produção Minério / Estéril da Mina a Céu Aberto				
ANO	MINÉRIO (t)	ESTÉRIL (t)	REM	OBS.
2012	167.323	1.222.131	7,30	Rocha sã
TOTAL	1.678.873	15.105.382	8,99	

Configuração Final da Lavra

A cava do corpo II está localizada próximo da cava do corpo III e terá aproximadamente as seguintes dimensões: 108m de largura, 149m de comprimento e 60m de profundidade, com área da cava em 1,4 hectares.

Desta cava serão extraídos cerca de 428 mil m³ (1.194.120 t) de material, sendo 32,5 mil m³ (90.675 t) de minério com teor médio de 3.298 ppm de U₃O₈ e 395,5 mil m³ (1.103.445 t) de estéril, com vida útil prevista para 8,6 meses. A configuração final da cava do corpo II está representada no anexo I.

A vida útil da mina a céu aberto, para os corpos I e III, foi estimada em 12 anos até a cota 770 encerrando em 2012. Como o projeto de lavra do corpo II está previsto para aproximadamente 8 meses de operação, podemos concluir que em 2013 teremos a total paralisação da operação das cavas da mina a céu aberto.

Em virtude disso, a URA prevê o desenvolvimento da lavra na modalidade de mina subterrânea, para o aproveitamento em profundidade do minério de urânio desta anomalia.

A cava final está projetada para os corpos I e III na cota 770m e para o corpo II na cota 820m. Os anexos I e II mostram as projeções finais das cavas.

9.2. Lavra Subterrânea

Os trabalhos de desenvolvimento mineiro em subsolo da jazida Cachoeira foram iniciados no final de outubro de 2008, com o início da construção de uma rampa de acesso aos corpos mineralizados em profundidade. A rampa atual conta com 483 metros de extensão. Ver figuras 9.2.1 e 9.2.2.



Figura 9.2.1 - Entrada da Mina Subterrânea



Figura 9.2.2 - Rampa da Mina Subterrânea

9.3. Depósito de Estéril e Minério Lixiviado

O estéril é composto por rochas classificadas como gnaisses e granitóides, formadas, essencialmente, por feldspatos, quartzo, biotita e, como acessórios, anfibólio, magnetita e titanita, constituindo as encaixantes dos albititos portadores da mineralização uranífera. Eventualmente, albititos estéreis ou levemente mineralizados se encontram presentes no estéril da mina, em consequência de inevitáveis diluições no processo de lavra.

Os rejeitos sólidos da mineração são constituídos pelo estéril gerado nas cavas da mina a céu aberto durante as atividades de lavra e, futuramente, no desenvolvimento da mina subterrânea. As localizações da cava, Depósito de Estéril e de Minério Lixiviado encontram-se no anexo I - Arranjo Geral do Empreendimento.

Quantidades de Rejeitos Gerados

Considerando que os trabalhos na mina Cachoeira foram iniciados em dezembro de 1999, a tabela 9.3.1 traz um resumo de toda a movimentação de estéril ocorrida até dezembro de 2012, oriundo dos Corpos I, II e III.

Tabela 9.3.1 - Resumo da geração de estéril da mina a céu aberto

ANO	MASSA (t)	VOLUME (m³)
1999	2.544	912
2000	297.304	106.561
2001	160.704	57.600
2002	646.934	231.876
2003	1.114.428	399.437
2004	1.049.766	376.260
2005	1.495.207	535.916
2006	1.425.691	511.000
2007	2.061.421	738.861
2008	1.760.689	631.071
2009	1.529.807	548.318
2010	1.186.049	425.107
2011	1.152.707	413.156
2012	1.222.131	438.039
TOTAL	15.105.382	5.414.114

Obs.: Para o cálculo do volume, foi utilizada a Densidade real do minério: 2,79 t/m³.

O estéril da mina subterrânea, proveniente da rampa, travessas de acessos aos subníveis e poços de ventilação (adução/exaustão) está estimado em 43.061 m³. Este material será inicialmente depositado no Depósito de Estéril e de Minério Lixiviado ou provisoriamente na cava do Corpo I e, posteriormente, retomado, juntamente com o estéril a ser gerado no desenvolvimento dos subníveis e galerias diversas, para ser utilizado no enchimento dos realces a serem lavrados na mina subterrânea.

Capacidade de Armazenamento de Estéril e Minério Lixiviado

O Projeto inicial que tratou da capacidade de armazenamento de estéril e minério lixiviado no Depósito de Estéril e de Minério Lixiviado foi elaborado pela empresa Minerconsult, envolvendo os Corpos I e III de minério da Mina Cachoeira.

Tomando como base este Projeto, a equipe de planejamento da INB, utilizando o Software de Mineração GEMS, recalculou a capacidade de armazenamento do Depósito de estéril/minério lixiviado, obtendo um valor atual de 9.390.000 m³.

Considerando os dados atuais e estimados de geração de estéril e minério lixiviado dos Corpos mineralizados I, II e III, novamente utilizando-se do Software de Mineração GEMS e densidade média para a pilha (rocha + minério Lixiviado) de 1,8 t/m³, tendo como referência o Projeto da Minerconsult, o volume a ser utilizado do Depósito de Estéril e de Minério Lixiviado será de 9.312.000 m³, portanto ainda resta um saldo positivo de aproximadamente 78.000 m³ em relação à capacidade do depósito calculado acima.

Características Físicas, Químicas e Radiológicas do Estéril

O estéril da mina apresenta as seguintes características físicas:

- Densidade real 2,79 g/cm³
- Densidade aparente 1,80 g/cm³

As características químicas do estéril foram obtidas a partir de análises de amostras de estéreis dos Corpos I e III da mina e estão apresentadas na tabela 9.3.2.

Tabela 9.3.2 - Características químicas do estéril da mina

Elementos	%	Elementos	%
Br	<0,00010	Bi	<0,00020
As ₂ O ₃	<0,00013	PbO	<0,00022
CuO	<0,00013	Tl	<0,00020
NiO	<0,00025	Hg	<0,00020
CoO	<0,00038	I	<0,00070
Cl	0,05	Te	<0,00070
SO ₃	<0,00050	Sb	<0,00060
P ₂ O ₅	0,12	SnO ₂	<0,00076
SiO ₂	57,89	In	0,00082
CaO	1,62	Cd	<0,00050
Al ₂ O ₃	10,09	Ag	0,00
Fe ₂ O ₃	5,82	Mo	<0,0010
TiO ₂	0,34	ZrO ₂	0,10
MgO	1,07	K ₂ O	3,72
Ba	0,12	ZnO	0,01
Cr ₂ O ₃	<0,00073	MnO	0,04
SrO	0,02	V ₂ O ₅	<0,00089
U ₃ O ₈	0,00067		

As concentrações de atividades médias dos principais radionuclídeos das séries do urânio e do tório presentes no estéril da mina estão apresentadas na tabela 9.3.3.

Tabela 9.3.3 - Atividade específica dos radionuclídeos no estéril da mina

Elementos	Concentração de Atividade (Bq/g)
U-nat	0,412 ± 0,042
Ra-226	0,0370 ± 0,0019
Pb-210	0,0575 ± 0,0034
Th-nat	0,0502 ± 0,0050
Ra-228	0,0253 ± 0,0045

9.3.1. Método de Disposição do Estéril e Minério Lixiviado

A deposição do estéril da Mina Cachoeira (Anomalia 13), consorciado com o minério esgotado das pilhas de lixiviação, é realizada na margem direita das cavas e sem qualquer interferência com o Córrego Cachoeira, pelo método de pilhas executadas por via seca de forma ascendente, com disposição e deposição em módulos, conforme apresentado no Anexo III e descrito na instrução operacional - IO-URA-LV-11 - Disposição de Estéril e de Minério Lixiviado (Anexo IV).

O depósito de estéril e de minério lixiviado foi concebido tendo em vista:

- A área apresentar condições geológicas e geotécnicas favoráveis;
- A área se trata de local desprovido de vegetação densa ou preservada, perturbado por atividades agropastoris promovidas por antigos proprietários;
- A propiciar a retirada da camada superior de solo, rico em matéria orgânica (*topsoil*), existente na referida área e acondicionamento em “leiras”, para posterior reaproveitamento quando da revegetação das áreas impactadas pelas atividades da mineração;
- A preservação da faixa de vegetação ciliar existente ao longo do Córrego Cachoeira;
- A proximidade das cavas e das instalações da planta de lixiviação em pilhas e os desníveis topográficos destes com os locais de deposição, efetuando-se o transporte em regime de carga descendente, minimizando os custos deste;
- A adequada conformação topográfica local, com encostas de declividade $\leq 18^\circ$, que permite uma eficiente execução de drenos de fundação para a drenagem de uma eventual infiltração de água pluvial no corpo do depósito;

- A não ocorrência de minerais sulfetados, tanto na rocha hospedeira como na encaixante, com consequente ausência de drenagem ácida;
- A construção de dique de enrocamento no pé do talude do primeiro banco, para a proteção do pé da pilha contra os efeitos da erosão regressiva pela infiltração de água pluvial;
- As características das rochas encaixante e hospedeira, constituídas por rochas sãs a pouco alteradas, conferindo ao Depósito de Estéril e de Minério Lixiviado características de um aterro de enrocamento, com boas condições de estabilidade;
- A realizar, simultaneamente à deposição dos rejeitos, cobertura impermeabilizante (solo argiloso + *topsoil* + cobertura vegetal) das faces expostas do depósito, de maneira a minimizar a infiltração, lixiviação e o carreamento de elementos estáveis e radionuclídeos para o subsolo ou para o sistema de escoamento de águas pluviais, como descrito –na instrução operacional IO-URA-LV-11 (vide Anexo IV).

Configuração final do depósito de estéril e minério lixiviado

Segundo a metodologia construtiva e os parâmetros geotécnicos (geometria da pilha) adotados, foram gerados, durante os 12 anos de vida útil da lavra a céu aberto da mina da Cachoeira, 5 (cinco) bancos, 4 (quatro) dos quais com altura individual de 10 m e o mais inferior (855/860 m) com 5 m, separados por bermas de segurança de 4 m de largura e taludes individuais com inclinação de 30°, cujo volume ocupado foi da ordem de $9,3 \times 10^6$ m³ (adotando, na pilha, uma densidade média de 1,7 t/m³ para o solo e de 1,8 t/m³ para a rocha + minério lixiviado).

O Anexo I traz o arranjo geral do depósito de estéril, com a conformação atual.

9.4. Descrição dos Métodos Produtivos

Abaixo encontra-se o fluxograma de produção da URA.

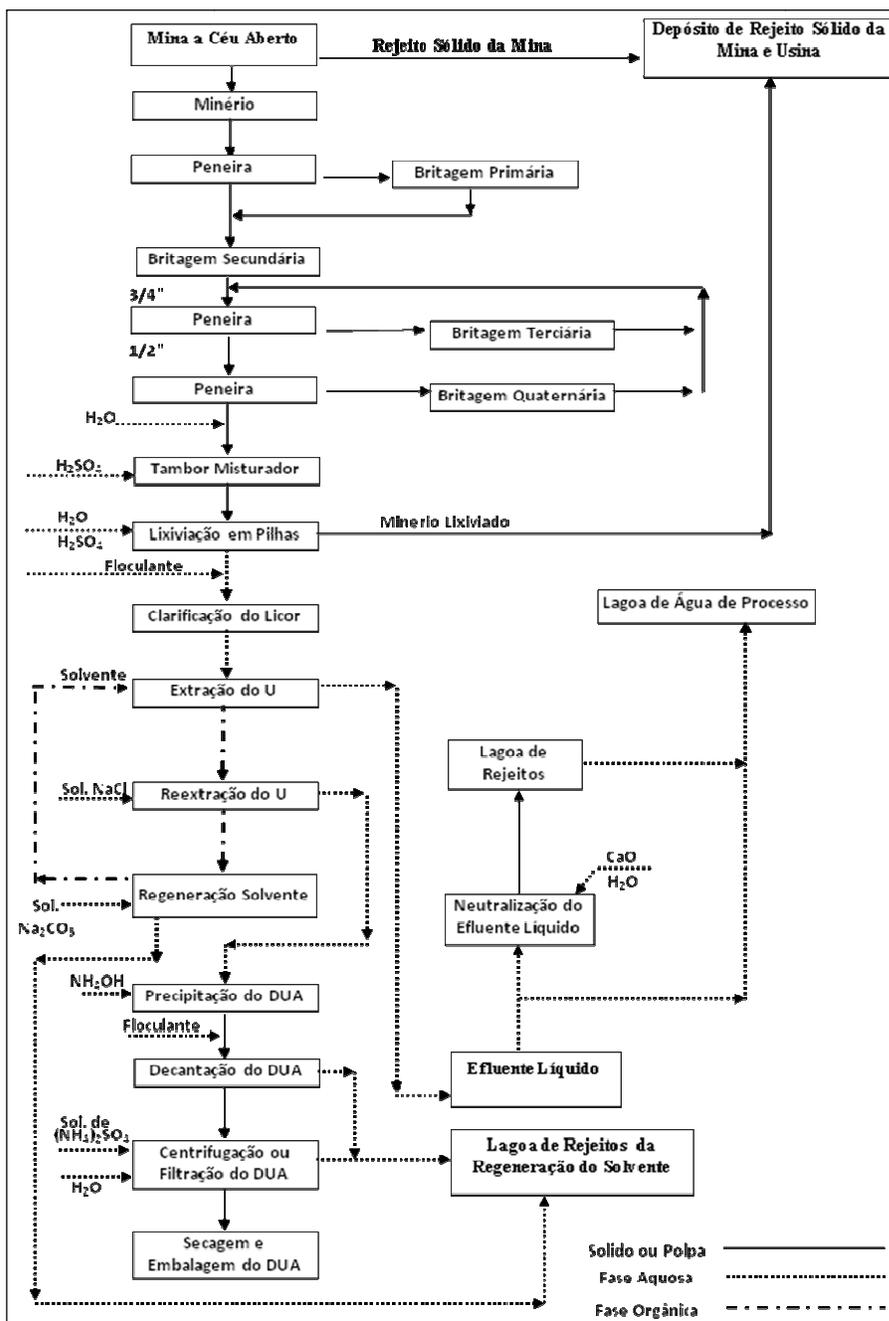


Figura 9.4.1 - Fluxograma de produção

Fonte: RFAS/INB

Britagem

A unidade de britagem é formada basicamente por dois sistemas:

- Sistema de britagem primário formado por um britador primário no qual tem a função de reduzir a granulometria do minério para até 4, formando uma pilha pulmão.
- Sistema de rebitagem formado por circuito fechado constituído por três britadores e uma peneira de dois decks, cuja função é reduzir a granulometria do minério (retomado da pilha pulmão) para 1/2 que é o tamanho ideal para a formação da pilha estática que sofrerá o processo de lixiviação.

Lixiviação

O pátio de lixiviação comporta duas pilhas, as quais. Cada pilha tem de 25.000 a 35.000 toneladas, dependendo da altura de empilhamento adotada.

O processo de lixiviação consiste em promover o contato do minério britado com uma solução aquosa de ácido sulfúrico. Nessas condições, ocorre uma reação química entre o ácido sulfúrico e o mineral de urânio, gerando um licor de urânio solúvel na fase líquida (sulfato complexo de urânio $[UO_2(SO_4)_3]^{4-}$) que é armazenado em bacias revestidas por PEAD.

Após a lixiviação da pilha, o minério exaurido é amostrado e após análises é transferido para o depósito de estéril.

Clarificação

A clarificação tem como objetivo a redução de sólidos em suspensão no licor uranífero. É realizada com adição de floculante sintético na corrente do lixiviado, proporcionando a sedimentação de sólidos nas bacias. O licor passa por um processo de filtração com carvão antracitoso e é armazenado em um tanque.

Extração e Reextração

O licor clarificado é encaminhado à extração e reextração, que tem como finalidade a concentração do urânio.

A extração é realizada com solvente orgânico em contracorrente, o urânio é “extraído” do licor e transferido para o solvente, separando-o das impurezas. O licor, agora sem urânio, passa a ser um rejeito líquido, sendo transferido para a área de tratamento de efluentes.

Em seguida a solução orgânica contendo urânio, é reextraída em contracorrente com uma solução de cloreto de sódio. A solução aquosa carregada com urânio em concentrações elevadas, resultante desta etapa, é denominada de “eluato de urânio”.

O solvente orgânico, agora novamente sem urânio, é transferido para a unidade de “regeneração do solvente”, onde é tratado com solução aquosa de carbonato de sódio (barrilha) antes de ser reciclado à etapa de extração do urânio. Portanto, o solvente orgânico é operado em circuito fechado, ou seja, está sempre sendo reciclado ao processo.

Precipitação, Filtração, Secagem, Embalagem e Estocagem de DUA

A solução aquosa é aquecida com vapor e recebe a adição de uma solução de hidróxido de amônio, precipitando o urânio na forma de diuranato de amônia (DUA). Faz-se a seguir, o espessamento no decantador. Esta polpa de DUA com cerca de 50% de sólidos, é transferida para a etapa de separação sólido-líquido, que pode ser realizada de duas formas, alternativamente:

- **Filtração:** Nesta alternativa, a polpa de DUA é encaminhada para um filtro horizontal a vácuo no qual o DUA fica retido na tela filtrante, onde é lavado sucessivamente com solução de sulfato de amônio e água para remoção dos contaminantes. A fase líquida gerada no processo de filtração é reciclada para a preparação da solução reextratante de cloreto de sódio.

- **Centrifugação:** Nesta alternativa, a polpa de DUA espessada é diluída até cerca de 10% de sólidos com solução de sulfato de amônio e água tratada e bombeada para um decantador centrífugo. A fase sólida é transferida para o secador. A fase líquida é reprocessada na precipitação.

No secador a polpa de DUA, recebida das etapas de filtração ou de centrifugação, é submetida ao processo de secagem, reduzindo a umidade do produto final para menos que 5%. O produto seco (Diuranato de Amônio-DUA, concentrado de urânio, yellow-cake) é transferido para o silo.

No entamboramento, o produto contido no silo é transferido para tambores metálicos de 200 litros, com amostragem simultânea, gerando um lote do produto e um conjunto de amostras representativas do mesmo. Os lotes são estocados em área exclusiva, de onde é feita a expedição.

9.5. Bacias de Contenção e Reciclagem de Efluentes Líquidos

9.5.1. Descrição da Origem e Fluxo dos Efluentes Líquidos

Os efluentes líquidos em estudo são provenientes de três origens distintas, como segue:

a) Cava da mina. Este efluente líquido, formado pela água depositada na cava da mina, é proveniente da incidência direta de chuvas sobre a cava, de chuvas incidentes sobre a bacia de captação da cava, e de nascentes, ou surgências, de água subterrânea no interior da cava. O contato da água com o minério de urânio produz a distribuição de radionuclídeos do meio sólido para o meio líquido.

b) Depósito de rejeitos sólidos. Este depósito é composto pelo estéril da mina e pelo minério lixiviado, ou exaurido no processo de produção da URA. O efluente líquido é proveniente da incidência direta de chuvas sobre o depósito de rejeitos. A água de chuva, que percola o depósito de rejeitos também produz a distribuição de radionuclídeos do meio sólido para o meio líquido.

c) Tanque de drenagem do ‘pond’ da usina (TQ6305). Este tanque coleta o efluente líquido tratado, proveniente da drenagem sub-aérea do sistema de “ponds” da usina.

Circuito das águas

Usos e captação de água

A água é utilizada para o umedecimento das pistas da cava, nas estradas para o Britador e pilhas de estéril e para evitar emanção de poeiras durante as perfurações de desmonte na mina, além de ser utilizada nas áreas de apoio.

Essas águas são captadas dentro da área industrial da URA, provenientes da precipitação pluviométrica, que ficam armazenadas na Barragem de Águas Claras, uma vez que toda a drenagem das áreas exteriores da cava é encaminhada para o leito do Córrego Cachoeira. Ver Anexo II com a localização dos Diques, Canais de Interceptação e drenagens.

Operação de Bombeamento no interior da Cava

As águas de surgência e pluvial que ficam acumuladas no fundo da cava (corpo I e III) e são encaminhadas por meio de um sistema de bombeamento para o canal de drenagem do depósito

de estéril (canaleta de coleta do pé da pilha – também chamada de canaleta da Pilha do Depósito de Estéril – Canaleta PDE) e desta para a pré bacia e para bacia de sedimentação de finos, em seguida bombeada para a bacia de expansão onde há um sistema de bombeamento que as conduz para os ponds em operação da usina. Da bacia de sedimentação de finos o efluente também poderá ser liberado para o meio ambiente, desde que atenda as exigências radiométricas, sendo então conduzidas à Barragem de Águas Claras, barragem esta que abastece de água a usina de beneficiamento e as áreas operacionais da URA.

Como o volume de água de surgência é baixo, e o regime de chuvas da região é caracterizado por precipitações torrenciais em curtos períodos de recorrência, o sistema de bombeamento foi projetado de forma a considerar esgotamentos intermitentes e suficientes para regularizar a vazão de drenagem nos períodos de cheia que se acumula no interior da cava. Para a operação de bombeamento, são instaladas tubulações e bombas de sucção semi-móveis que são posicionadas nos pontos inferiores da mina. Este procedimento é muito importante, pois a lavra depende deste para prosseguir com suas atividades. Periodicamente as águas são monitoradas de acordo com programação predefinida e descrita no RFAS Volume 8 - Gerência de Águas.

Sistema de Desvio do Córrego Cachoeira

O projeto foi executado de modo que as obras ficassem localizadas dentro da área de propriedade da INB, posicionando um dique de Desvio a cerca de 400 m a montante da linha de contorno da cava e um canal de Desvio com início na cota 880 até a cota 875 nas proximidades da cava da mina, com extensão de 1.710 m mantendo uma faixa de segurança da ordem de 30 m. Também foi analisada a viabilidade de atenuação da vazão de pico de cheia, entretanto, conclui-se que exigiria um reservatório inundando extensas áreas (cerca de 84.000 m² para vazão efluente média de 50 m³/s). Portanto, optou-se pela execução de um simples desvio do curso d'água através de um dique de Desvio e de um canal de Desvio escavado na encosta contornando a cava e sua restituição ao leito natural do córrego Cachoeira a jusante da cava da mina.

Na ombreira direita do dique de Desvio foi construído um canal de Interceptação de 925m extensão para o desvio das águas provenientes das áreas circunvizinhas à montante da cava e de um Dique de Interceptação 1. Esse canal conduz as águas pluviais até o Dique de Desvio. Ver anexos I e II.

Na construção do dique de Desvio foram removidos aproximadamente 4.000 m³ de solo inconsistente aluvionar e colocados em torno de 7.000 m³ de solo devidamente compactados. Para os diques de Interceptação 1, 2 e 3 foram removidos 1.750 m³ de material e colocados em torno de 3.500 m³ de solo devidamente compactados. Para o canal de desvio foi previsto escavação de 40.500 m³ e 15.200 m³ de aterro compactado mecanicamente e 1.710 m de extensão.

Entretanto, o canal foi encurtado em aproximadamente 130 m devido à construção do Dique de Interceptação 4 conforme RT-URA-19-07 – Construção do Dique 04 – Canal de Desvio já devidamente protocolizado na CNEN no qual foram removidos aproximadamente 11.700 m³ de material inconsistente e colocados 25.000 m³ de solo compactado mecanicamente. Logo, o canal de Desvio ficou com aproximadamente 1.620 m de extensão.

Devido à abertura da cava do Corpo II, será necessária a implantação de um duto de concreto 1,2 metros de diâmetro e aproximadamente 128 metros de extensão para fazer a ligação com o canal de Interceptação, dando continuidade ao escoamento das águas pelo canal até o Dique de Desvio, conforme mostra o Anexo II.

9.5.2. Parâmetros Hidrológicos

Para dimensionamento das obras de desvio foram adotados os seguintes parâmetros hidrológicos:

- Período de retorno $T = 50$ anos;
- Condição de precipitação antecedente em solo classe B, pouco permeável, curva $CN = 80$;
- Área de drenagem da bacia hidrográfica de 15,5 km²;
- Tempo de concentração de 72 minutos.

Para definir o período de retorno foi admitido um risco anual de 2% de ser superado o parâmetro de projeto (vazão de cheia). Durante a exposição dessas obras ao longo da vida útil da mina estimada em 16 anos, o risco de ser superada a vazão de projeto será de 27,2%, um risco admissível para as condições operacionais da mina.

A precipitação de projeto foi determinada a partir das precipitações máximas de um dia observadas no período entre 1912 até 1974, utilizando o método de distribuição log-normal e de

desagregação da precipitação em durações inferiores a 24 horas. O hidrograma de cheia de projeto foi determinado pelo método de hidrogramas triangulares elementares. A máxima vazão de cheia no canal de desvio foi estimada em 122 m³/s e em 6,9 m³/s para o canal de interceptação.

Sistema de Drenagem

O gerenciamento das águas das cavas da mina e daquelas que percolam e escoam pelo Depósito de Estéril e de Minério Lixiviado está descrito a seguir.

Águas com possível presença de radionuclídeos

O sistema de desvios de águas pluviais passíveis da presença de radionuclídeos é composto por:

- Desvio do Córrego Cachoeira

Foi construído um desvio desse córrego, constituído por 4 diques de interceptação, 1 dique de desvio, 1 canal de desvio e 1 canal de interceptação, a fim de evitar que o Córrego Cachoeira inundasse as cavas da mina.

- Drenagem dos Líquidos do Depósito de Estéril e de Minério Lixiviado

A drenagem dos líquidos do Depósito de Estéril e de Minério Lixiviado, resultantes de escoamento superficial e de infiltrações de águas de chuva precipitadas sobre as pilhas de deposição, é conduzida, através canaleta PDE, para a Pré-Bacia e para a Bacia de Sedimentação de Finos.

- Drenagem das Águas de Surgência e de Precipitação Pluviométrica nas Cavas dos Corpos I, II e III da Mina

As precipitações pluviométricas sobre uma área de drenagem da bacia hidrográfica situada entre os canais e diques de desvio e interceptação do Córrego Cachoeira e as cavas da mina são coletadas nas cavas e, em seguida, bombeadas para a Canaleta PDE, sendo conduzidas para a Pré-Bacia e para a Bacia de Sedimentação de Finos.

- Bacia de Expansão

Com o intuito de ampliar a capacidade de contenção de águas pluviais, as águas que alcançam a Pré-Bacia são bombeadas para a Bacia de Expansão, de onde os líquidos podem ser

reciclados ao processo de extração de urânio, por meio de bombeamento para a bacia TQ-1402 da Usina ou para o Sistema de Contenção e Reciclagem de Efluentes Líquidos Tratados - *ponds*.

- Resíduos Líquidos da Lavra Subterrânea

As atividades diárias que necessitam de água na lavra subterrânea são: perfuração das frentes para desmontes, aspersão no estéril e minério desmontados para reduzir a geração de poeiras durante o carregamento e transporte, lavagem das paredes para inspeções geotécnicas/mapeamentos e aspersão no piso da rampa e subníveis para evitar poeiras.

A captação, armazenamento, utilização e recirculação dessas águas seguirão um sistema de desaguamento, o qual possui duas fases distintas, fase de desenvolvimento e fase de produção, que são descritas a seguir.

1ª Etapa – Fase de Desenvolvimento

Na primeira etapa, fase de desenvolvimento, estima-se um consumo de 50 m³ diários de água para a perfuração das diversas frentes, como rampa e subníveis diversos. Para a lavagem das paredes e aspersões serão necessários cerca de 20 m³/dia. Assim a quantidade diária necessária para os trabalhos de desenvolvimento será cerca de 70 m³/dia de água. Estas águas serão captadas de poços tubulares (PC01 e PC113) e da Barragem de Águas Claras.

Nessa fase de desenvolvimento, a mina terá um sistema de desaguamento constituído das seguintes bombas:

- 01 bomba submersível portátil para a transferência da água do piso da mina para a primeira caixa de água;
- 01 bomba submersível que será instalada na primeira caixa de água para transferir a água para a segunda caixa de água;
- 01 bomba submersível que será instalada na segunda caixa de água para transferir a água para uma caixa de água final na superfície, destinada à decantação.

Após a decantação na superfície, as águas serão reutilizadas nos equipamentos. A Figura 9.5.2.1 mostra o sistema de bombeamento para a mina nessa fase de desenvolvimento.

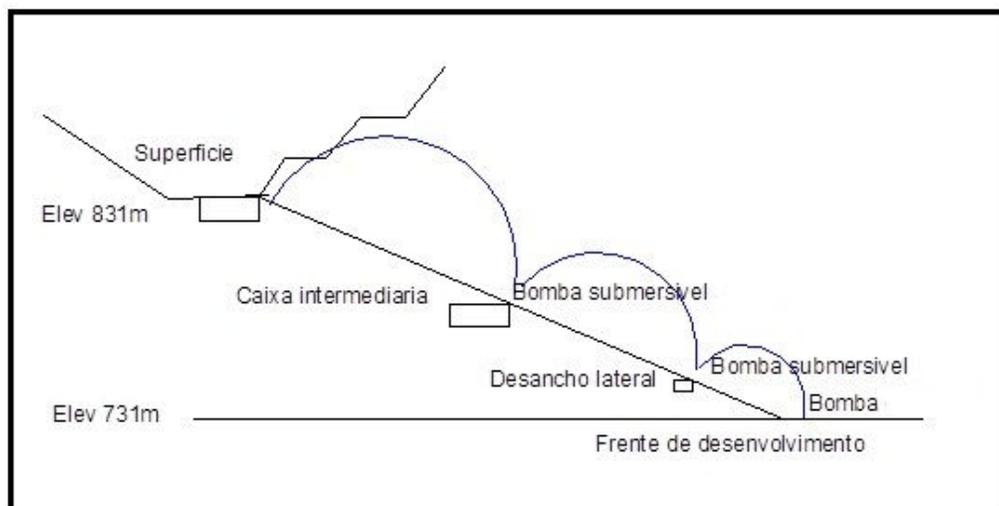


Figura 9.5.2.1 - Sistema de bombeamento da mina na fase de desenvolvimento

2ª Etapa - Fase de Produção

Na fase de produção, o sistema de desaguamento composto de estações de bombeamento a serem construídas nos níveis 731 m, 674 m e 600 m. Cada estação será constituída por uma caixa de decantação escavada na rocha, possuindo paredes de concreto, bomba centrífuga para fluidos limpos e as respectivas linhas de tubulação. Essas caixas serão construídas de forma a recolher todo o líquido gerado e drenado no respectivo nível, assim como as águas das estações de bombeamento dos níveis inferiores.

As caixas de decantação terão capacidade mínima de 300 m³, permitindo uma parada de cerca de seis horas diárias do sistema de bombeamento. Duas bombas centrífugas, uma em operação e outra reserva, serão instaladas afogadas, sobre bases de concreto, adjacentes a cada caixa de decantação. O controle de nível dessas caixas de decantação será feito através de um instrumento tipo chave bóia, que desligará a bomba em operação, quando o nível estiver baixo, e acionará a bomba, no caso de nível alto.

Ao término das atividades da lavra a céu aberto, as águas resultantes de precipitações pluviométricas e surgências acumuladas nas cavas poderão ser utilizadas nas atividades da lavra subterrânea.

Estima-se que todas as águas armazenadas nas caixas de decantação serão reutilizadas nas atividades da mina subterrânea, não gerando efluentes líquidos. No entanto, prevê-se o bombeamento de recalque das águas das frentes de trabalho da mina subterrânea para as cavas da mina a céu aberto.

O volume recalcado será caracterizado, podendo ser reutilizado nas atividades da mina subterrânea, ser transferido para as áreas de beneficiamento da usina ou ser bombeado para a Canaleta PDE, seguindo o mesmo destino e controle das águas acumuladas nas cavas a céu aberto.

Águas isentas de radionuclídeos

As precipitações pluviométricas isentas, ou seja, aquelas que não sofrem contribuições de águas oriundas da mina, da pilha de estéreis e de minério lixiviado, são desviadas em direção à Barragem de Águas Claras:

- Precipitações Pluviométricas a Montante da Mina

As precipitações pluviométricas sobre uma área de drenagem da bacia hidrográfica a montante da mina e dos diques são desviadas e restituídas ao leito natural do Córrego Cachoeira a jusante da cava da mina, contribuindo diretamente para a bacia de captação de água (Barragem de Águas Claras) no Riacho das Vacas. O volume acumulado na Barragem de Águas Claras é transferido para as bacias de água de processo na área AA-140, para a utilização no processo de lixiviação das pilhas de minério. Além disso, as águas armazenadas na Barragem de Águas Claras também são transferidas para a ETA para tratamento adequado e posterior fornecimento de água para a URA.

- Precipitações Pluviométricas a Montante do Depósito de Estéril e de Minério Lixiviado

As precipitações em uma área de drenagem a montante do Depósito de Estéril e de Minério Lixiviado e, portanto isentas, são recolhidas por meio de canaletas, que formam o canal periférico, lançadas na calha do Córrego Cachoeira e conduzidas até a Barragem de Águas Claras.

- Precipitações sobre Áreas Livres do Depósito de Estéril e de Minério Lixiviado

As águas precipitadas sobre as áreas não ocupadas do Depósito de Estéril e de Minério Lixiviado e que não recebem contribuição de precipitações percoladas através da pilha formada eram interceptadas por uma canaleta (C9), a qual direcionava essas águas para a seção leste do canal periférico, conduzindo-as para o Córrego Cachoeira. Atualmente, com a expansão do depósito, a canaleta C9 foi totalmente coberta pelas pilhas de deposição, de forma que as águas que atingem as áreas livres estão percolando as pilhas de deposição, seguindo os drenos de fundo e sendo conduzidas pela canaleta PDE até a Pré-Bacia.

9.6. Configuração Atual das Bacias de Contenção e Reciclagem de Efluentes Líquidos

Bacias de Sedimentação de Finos

No projeto da Minerconsult, foram previstos dois reservatórios de 1500 m³ cada, para receber as águas percoladas nas pilhas de rejeito e bombeadas da mina. Estes reservatórios foram construídos, sendo denominados de Bacia de Sedimentação de Finos. No entanto, algumas modificações em relação ao projeto inicial foram implementadas com o intuito de aumentar a capacidade de reservar e, conseqüentemente, controlar as águas das drenagens pluviais.

No final da Canaleta PDE, que se estende da mina até o limite do Depósito de Estéril e de Minério Lixiviado, foi escavada uma pequena bacia, a qual recolhe as águas dessa canaleta, reduzindo os volumes que atingem as Bacias de Sedimentação de Finos. Essa bacia é denominada Pré-Bacia, apresentando um volume de cerca de 3.000 m³, sendo conectada às Bacias de Sedimentação de Finos por meio de uma manilha de concreto.

Outra modificação em relação ao projeto original foi a ampliação e unificação das Bacias de Sedimentação de Finos, ocorridas em 2006. O piso da bacia permaneceu no nível 845, sendo apenas removido todo o material solto, escarificado e compactado acima de 98%. Foi realizada a regularização do terreno e afastamento de 30 m para Leste, com corte de talude de 1V:2H para o nível 848 com altura máxima de 3,0 m, permanecendo uma berma de estabilização de 4,0 m, e execução de um talude de 1V:2H chegando a superfície. Os taludes construídos originalmente não foram alterados, mantendo suas características técnicas. A impermeabilização do fundo da bacia foi executada com uma camada de 0,20 m de argila tratada e compactada.

Após a conclusão da ampliação e unificação da bacia, que inicialmente era constituída por duas bacias de 1.500 m³ de volume, calcula-se seu volume máximo em torno de 13.700 m³. A declividade da bacia é tal que as águas podem extravasar por um vertedouro triangular, descendo uma escada de dissipação de energia e descarregando as águas nas drenagens naturais que levam até o Córrego Cachoeira.

Em 2010, a Bacia de Sedimentação de Finos foi impermeabilizada com manta de PEAD, como pode ser visto na Figura 9.6.1.



Figura 9.6.1 - Bacia de sedimentação de finos

Bacia de Expansão

Outra medida tomada para o controle das drenagens pluviais foi a construção de uma bacia adicional, denominada Bacia de Expansão, em uma área reservada do Depósito de Estéril e de Minério Lixiviado (Anexo I – Arranjo Geral do Empreendimento). O planejamento de deposição das pilhas de rejeito (estéril e lixiviado) permitiu que essa área ficasse inativa por um período de cerca de sete anos a partir da data da construção da Bacia de Expansão em 2004. A localização privilegiada, próxima das bacias de sedimentação, possibilita que essa bacia funcione como uma expansão do sistema, aumentando a capacidade de contenção.

As características construtivas da Bacia de Expansão são:

- Área da Crista: 4.606,003 m²;
- Área da Base: 2.740,988 m²;
- Área Média: 3.673,496 m²;

- Altura Estimada: 4,928 m;
- Volume Estimado: 18.102,986 m³;
- Cota do Piso: 875,091 m.

A partir da Figura 9.6.2 pode-se visualizar a Bacia de Expansão.



Figura 9.6.2 - Bacia de expansão

9.7. Configuração Atual das Demais Áreas de Atividades de Produção

O empreendimento também se compõe das seguintes instalações:

- Unidades de produção de água tratada para o processo e uso doméstico, de vapor e de ar comprimido;
- Preparação e estocagem de reagentes: soluções de hidróxido de amônio, sulfato de amônio, sulfato de alumínio, floculantes para a clarificação e precipitação, cloreto de sódio, carbonato de sódio, clorato de sódio e hidróxido de cálcio;
- Estocagem de ácido sulfúrico, querosene, óleo BPF, de solventes e amônia;
- Prédios: manutenção industrial, segurança e medicina do trabalho e ambulatório, administração, cozinha e refeitório, vestiários e sanitários, laboratório de controle de processo e ambiental, laboratório de radioproteção, almoxarifado, portaria, balança e auditório.
- Poços tubulares de captação de água e reservatórios de águas;

- Horto para a produção de mudas e revegetação.

Todas as unidades estão distribuídas na área de propriedade da INB, conforme representado no anexo I – Arranjo Geral - URA.

9.8. Principais Impactos Ambientais Provocados pelo Empreendimento

Uma série de impactos ambientais podem ser originados a partir da prática para a extração e beneficiamento do minério na INB-URA, tais como:

- Supressão de Vegetação e decapeamento de solo nas áreas de lavra e depósito de estéril, beneficiamento, bacia de deposição e reciclagem de efluentes líquidos, barragens de captação d' água e de contenção do Riacho Cachoeira, bacias de contenção de finos e de obras de infraestrutura e apoio;
- Modificação da paisagem e relevo local em função da construção das barragens, áreas das cavas, depósito de estéril e de minério lixiviado, edificações industriais;
- Assoreamento dos cursos d'água e a instalação de processos erosivos;
- Alteração do meio biótico através das intervenções na fauna e flora da região;

10. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

10.1. Áreas de Vegetação Suprimida e com Previsão de Supressão

A URA suprimiu, durante o período de suas atividades, a maior parte da área autorizada. Atualmente conta com a previsão de ampliação da área da usina e do depósito de estéril.

A tabela 10.1.1 mostra o quantitativo de áreas suprimidas e com previsão de supressão. O Anexo V traz o cronograma de supressão das principais áreas da URA.

Tabela 10.1.1 - Quantitativo de áreas suprimidas e a suprimir

Denominação	Área autorizada (ha)	Área suprimida		Área restante		Área a suprimir (ha)
		Área (ha)	Percentual	Área (ha)	Percentual	
Mina	48,80	41,05	84,00%	7,74	16,00%	
Deposito de estéril e Minério lixiviado	61,10	58,41	96,00%	2,69	4,00%	2,69
Usina	95,01	57,18	60,00%	37,93	40,00%	37,95
Barragem	23,68	23,68	100,00%	0,00	0,00%	
Outras	9,11	7,93	87,00%	1,18	13,00%	

O Anexo VI, mapa de supressão de vegetação, traz o mapa com a localização das áreas citadas na tabela.

10.2. Áreas em Processo de Recuperação

A URA possui atualmente 18 áreas em processo de recuperação, onde várias ações como subsolagem, aração, gradagem, adubação, plantio de mudas, lançamento de sementes, combate a formigas e plantas invasoras estão sendo executadas com o intuito de proporcionar a conformação fitossociológica desejada.

A tabela 10.2.1 traz a descrição das áreas em reabilitação.

Tabela 10.2.1 - Áreas em reabilitação

Nº	DENOMINAÇÃO	CARACTERÍSTICAS	ÁREA (HA)	ANO DE INÍCIO DAS ATIVIDADES
01	Reserva legal - CEAM (Ref. Riacho Cachoeira)	Área perturbada em função da ocupação histórica dos solos pelo homem (áreas antropizadas).	5,0	1998
02	Empréstimo de argila - Bacia de finos	Área de servidão usada para retirada de solo argiloso para construção da Bacia de Sedimentação de Finos.	0,5	1998
03	Reserva legal (Ref. Mata ciliar - Lago CEAM)	Área perturbada em função da ocupação histórica dos solos pelo homem (áreas antropizadas).	1,5	1998
04	Margens dos drenos sub-aéreos	Área de servidão desmatada em função da construção das Bacias da Contenção de Efluentes Líquidos e Reciclagem, incluindo os taludes das mesmas.	0,5	1998
05	Margens das bacias de finos	Área de servidão desmatada em função da construção da Bacia de Sedimentação de Finos.	0,6	2000
06	Lateral da usina	Área de servidão desmatada em função da construção da Plataforma da Usina de Beneficiamento.	2,0	1999
07	Empréstimo de argila - construção da usina	Área de servidão usada para retirada de solo argiloso para construção da Usina de Beneficiamento.	4,0	1999
08	Reserva legal (Ref. Casa de farinha)	Área perturbada em função da ocupação histórica dos solos pelo homem (áreas antropizadas).	1,5	1998
09	Depósito de estéril	Área de intervenção usada para deposição de estéril e minério lixiviado.	37	2001
10	Reserva legal (PV 03-USINA)	Área perturbada em função da ocupação histórica dos solos pelo homem (áreas antropizadas).	6,0	2003
11	Empréstimo de argila (Ref. Barragem de águas claras)	Área de servidão usada para retirada de solo argiloso para construção da Barragem de Águas Claras	6,0	2001
12	Margens da bacia de sedimentação	Área de servidão desmatada em função da construção das Bacias da Contenção de Efluentes	0,3	2005

Nº	DENOMINAÇÃO	CARACTERÍSTICAS	ÁREA (HA)	ANO DE INÍCIO DAS ATIVIDADES
		Líquidos e Reciclagem		
13	Mata ciliar (Ref. Barragem de águas claras)	Área perturbada em função da ocupação histórica dos solos pelo homem (áreas antropizadas).	12	2005
14	Depósito de rejeitos: barragem de águas claras	Área perturbada em função da ocupação histórica dos solos pelo homem (áreas antropizadas). Posteriormente usada para depósito de solo do leito da Barragem de Águas Claras.	1,0	2002
15	Área de empréstimo: construção dos ponds	Área de servidão usada para retirada de solo argiloso para construção das Bacias da Contenção de Efluentes Líquidos e Reciclagem.	6,0	2007
16	Reserva legal: voçoroca CEAM	Área perturbada em função da ocupação histórica dos solos pelo homem (áreas antropizadas).	1,5	2006
17	Acesso Tamanduá	Área perturbada em função da ocupação histórica dos solos pelo homem (áreas antropizadas).	0,5	2011
18	Desvio do Riacho Cachoeira	Área dos taludes do canal de Desvio do Riacho Cachoeira	1,2	2004

10.3. Medidas Mitigadoras de Impacto Ambiental

A Resolução CONAMA nº 001, de 23 de janeiro de 1986 estabelece metodologia e parâmetros específicos para a identificação, avaliação, e análise dos impactos ambientais, para proposição de respectivas medidas mitigadoras.

O primeiro artigo dessa Resolução estabelece que:

Artigo 1º - Para efeito desta Resolução, considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

I – a saúde, a segurança e o bem estar da população;

II – as atividades sociais e econômicas;

III – a biota;

IV – as condições estéticas e sanitárias;

V – a qualidade dos recursos ambientais.

Como medidas mitigadoras de impacto ambiental causado pelo empreendimento já realizadas e que deverão ser mantidas destacam-se:

- A estocagem de camadas superficiais (solo orgânico) retirada do decapeamento das áreas de intervenção;
- A manutenção e preservação de árvores ou de outras vegetações naturais onde o projeto não exigir a remoção;
- A substituição da vegetação existente por outra mais conveniente, nas áreas onde existir vegetação inadequada de forma a evitar a degradação dos solos e uma série de outros impactos advindos desta interferência nos solos;
- A proteção com vegetação adequada, das áreas críticas e vulneráveis à erosão;
- A exposição do solo das áreas trabalhadas pelo mínimo período de tempo possível;
- A recomposição das áreas de empréstimo e de deposição de estéril e de minério lixiviado, através da regularização dos terrenos minerados, revegetação e implantação de sistemas de drenagens das águas pluviais;
- Sinalizar e cercar as áreas dos ponds e do empreendimento, com avisos fixos e visíveis proibindo o uso de água da bacia, tanto para o homem como para animais.

10.4. Áreas Prioritárias para Recuperação

As áreas prioritárias foram definidas em razão de sua vulnerabilidade a intempéries. São elas:

- Área de empréstimo, que cedeu solo para a construção da bacia de deposição e reciclagem de efluentes líquidos, com 6 hectares;
- Área de deposição de estéril e minério lixiviado, com 37 hectares;
- Mata ciliar da Barragem de Águas Claras, com 12 hectares.

11. TÉCNICAS E MODELOS DE RECUPERAÇÃO

Técnicas e modelos são aplicados com o objetivo de catalisar o processo de regeneração natural.

A seguir serão apresentados procedimentos metodológicos para levar uma área degradada ao “status” de ambiente autossustentável.

11.1. Seleção de Espécies e Marcação de Matrizes

As florestas nativas e a maioria dos ecossistemas tropicais apresentam grande heterogeneidade florística por ocuparem diferentes ambientes. Florestas com alta diversidade de espécies apresentam maior capacidade de recuperação de possíveis distúrbios, melhor ciclagem de nutrientes, maior atratividade à fauna, maior proteção ao solo de processos erosivos e maior resistência a pragas e doenças (MARTINS, 2010).

Germinar e estabelecer-se em ecossistemas áridos e semiáridos requer das plantas estratégias evolutivas relacionadas à produção e dispersão de suas sementes, que precisam ser capazes de responder positivamente a uma ampla faixa de fatores ambientais (GUTTERMAN, 1993).

Plantas que apresentam maior número de estratégias reprodutivas relacionadas às condições extremas de altas temperaturas e baixa disponibilidade hídrica no solo podem garantir seu estabelecimento nesses ecossistemas.

Nesse contexto adotam-se os seguintes critérios básicos na seleção de espécies para recuperação:

- Plantas espécies nativas com ocorrência na região;
- Plantar o maior número possível de espécies para gerar alta diversidade;
- Plantar mudas oriundas de sementes obtidas em várias árvores matrizes de diferentes remanescentes florestais, para gerar alta diversidade genética;
- Utilizar combinações de espécies pioneiras de rápido crescimento e copa ampla com espécies secundárias tardias e de clímax;
- Plantar espécies atrativas a fauna;
- Plantar espécies adaptadas as condições de umidade do solo.

Para a seleção da planta matriz buscam-se indivíduos sadios observando-se a população em que estão inseridos e o estado fitossanitário. A marcação é feita em campo e a avaliação do índice de germinação das sementes no Viveiro Florestal.

Como matriz a árvore recebe uma marcação para identificá-la. Dados dendrométricos, fenológicos, ecológicos e a localização cartográfica (uso de receptor de GPS) são inseridos num banco de dados. Colhe-se também material botânico para confecção de exsicatas, tais testemunhos encontram-se depositados no acervo do Herbário da INB. Os pontos (locais) de coleta são, em maioria, fragmentos de vegetação nativa dentro da área de propriedade da URA e também em propriedades próximas à área da URA.

11.2. Coleta e Beneficiamento de Sementes

Para a produção de mudas é realizada a coleta de sementes dentro e fora da área de propriedade da INB-Caetité priorizando-se a coleta de material vegetativo de espécies nativas e com boas condições de estabelecimento. Os pontos de coleta mais utilizados são fragmentos da vegetação nativa, próximos à área de implantação.

Os critérios adotados priorizam: o respeito à fauna que se alimenta das sementes; os cuidados com a sustentabilidade, coletar apenas quantidades que não comprometam a reprodução das espécies e o equilíbrio, buscando coletar um pouco de cada árvore.

A coleta de sementes de uma só planta, além de causar potenciais prejuízos para a reprodução da espécie pode inviabilizar o estabelecimento do plantio em campo caso a planta matriz não seja resistente ao ataque de pragas e doenças, ou até mesmo, modificações ambientais na área do plantio.

As sementes são coletadas de diversos indivíduos representativos de uma população, de preferência plantas vigorosas e livres de pragas e doenças.

O melhor momento de coleta das sementes é quando os frutos começam a se abrir ou mudam a coloração. Na região, a maioria das espécies tem seu ponto máximo de maturação entre os meses de agosto e outubro.

No caso de sementes aladas como da aroeira, ipês, caroba, entre outras, a colheita acontece antes da abertura ou dispersão dos frutos, quando ainda estão na planta para que não tenham contato com o solo e, assim, diminuir a incidência de pragas e doenças.

Dependendo da espécie, vários equipamentos (tesouras, podões, facas escadas, cordas, entre outros) auxiliam no processo de coleta. O uso dos equipamentos é determinado pelo porte da planta e presença de galhos ou espinhos. Também são usadas lonas plásticas, estendidas sob a planta no momento da colheita, ou antes, da maturação e queda dos frutos. As sementes e/ou frutos coletados são acondicionados em sacos de algodão ou barrilhas de papelão.

Para a identificação das sementes, por vezes são coletadas amostras de parte das plantas como folhas e partes reprodutivas. Em casos de dúvidas faz-se a identificação por comparação fotográfica usando a literatura existente, como por exemplo, a coleção “*Árvores Brasileiras*”, de Harri Lorenzi. Outra fonte bastante usada é também a coleção: “*Plantas Arbóreas brasileiras*”, de Paulo Hernani.

As sementes coletadas em campo ao chegarem ao Viveiro são levadas à casa de sementes para o beneficiamento onde passam por um processo de extração e beneficiamento para retirada de mucilagens (frutos carnosos), impurezas e logo após, são pesadas para obtenção do peso bruto. Posteriormente são selecionadas, eliminando as sementes murchas ou infectadas, secadas à sombra e pesadas novamente para obtenção do peso líquido.

Após o beneficiamento e seleção as sementes passam por um processo de secagem à sombra. Depois de secas, são novamente pesadas para obtenção do peso líquido.

O armazenamento é realizado em recipientes de papel ou plástico pelo menor tempo possível, já que a função do Viveiro Florestal é abastecer as atividades de revegetação do Plano de Recuperação de Áreas Degradadas da INB-Caetité.

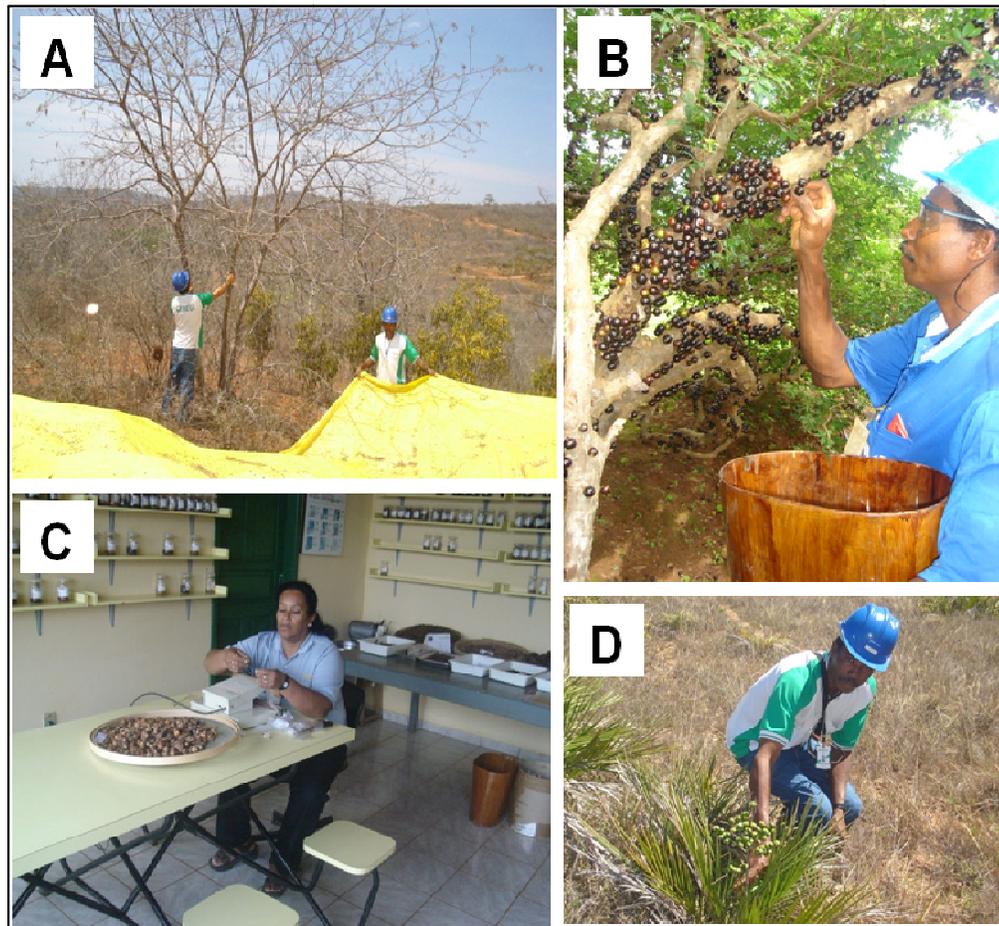


Figura 11.2.1: A) coleta de sementes utilizando lona; B) coleta de sementes manual; C) beneficiamento de sementes; D) coleta de sementes manual

11.3. Produção de mudas

O Viveiro Florestal da URA foi dimensionado de forma a abrigar três ambientes distintos: berçário, ambiente de transplante e ambiente de aclimação.

A porção do viveiro que abriga a fase do berçário é coberta com tela tipo sombrite com retenção de 70% de luz solar, luminosidade similar a uma área preservada na região, onde as sementes germinam abundantemente no período chuvoso. No berçário ficam canteiros com vermiculita expandida de granulometria fina, onde são semeadas 95% das espécies.

Observa-se que em áreas preservadas boa parte das sementes, apesar de nascerem abundantemente, morre logo na primeira semana de vida, pois necessitam de maior quantidade

de luz solar. Para garantir bons índices de sobrevivência á plântulas foi instalado no Viveiro da URA o ambiente de transplante.

A parte relativa ao ambiente de transplante constitui-se em um espaço que permite a passagem de 50% da luz solar, onde ficam canteiros com saquinhos preenchidos com substrato para transplante das plântulas germinadas no berçário. Como estas recebem mais luz solar, a chance de sobrevivência nesta fase aumenta.

Quanto ao ambiente de aclimação, este possui igual capacidade do ambiente de transplante, sendo totalmente desprovido de cobertura para promover a rustificação, fase em que a planta se adapta às condições adversas do local de plantio. Sua função é, portanto, abrigar as mudas advindas do ambiente de transplante, após adquirirem resistência suficiente para a exposição ao sol.

O tempo ideal para transferência das mudas para este ambiente varia de acordo com a espécie, sendo em média 45 dias. Outra ação de manejo realizada nesta fase é a poda de raízes, que evita o envelhecimento destas no campo, o que pode ocasionar o tombamento e até a perda. Esta poda mostra-se eficiente também como estímulo ao aparecimento de raízes novas, geralmente mais firmes e numerosas, o que aumenta a capacidade de absorção de água pelas mudas.

Ao final do processo, apenas as mudas que apresentaram menor nível de estresse ao processo de rustificação são liberadas para o plantio. As mudas que não se condicionam permanecem na aclimação até que estejam prontas para o plantio em campo.

A tabela 11.3.1 apresenta a lista de espécies utilizadas desde a implantação do horto florestal da URA.

Tabela 11.3.1 - Relação de espécies utilizadas no viveiro do horto florestal

NOME POPULAR	ESPÉCIE	FAMÍLIA
Abobrinha-do-mato	<i>Cayponia podantha</i> Cogn.	Cucurbitaceae
Açoita-cavalo	<i>Luehea grandiflora</i> Mart. et Zucc.	Tiliaceae
Alcassuz	<i>Incertae sedis</i>	
Alecrim-do-Mato	<i>Baccharis coridifolia</i> DC.	Compositae (Asteraceae)

NOME POPULAR	ESPÉCIE	FAMÍLIA
Alfavaca-miúda	<i>Ocimum basilicum L.</i>	Labiatae (Lamiaceae)
Algodão-bravo II	<i>Ipomoea carnea</i>	Convolvulaceae
Algodão-de-preá	<i>Emilia sonchifolia (L.) DC</i>	Compositae (Asteraceae)
Algodão-de-seda	<i>Calotropis procera (Aiton) R. Br.</i>	Asclepiadaceae
Algodão-do-mato	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Cochlospermaceae
Amarelinho	<i>Terminalia brasiliensis Camb.</i>	Combretaceae
Amendoim-do-mato II	<i>Arachis pusilla Benth</i>	Leguminosae-Papilionoideae
Amendoim-do-mato III	<i>Senna sp.</i>	Leguminosae-Caesalpinoideae
Angico-de-bezerra	<i>Piptadenia moniliformis Benth</i>	Leguminosae-Mimosoideae
Angico-rosa	<i>Parapiptadenia rigida (Benth.)</i>	Leguminosae-Mimosoideae
Angico-vermelho	<i>Anadenanthera macrocarpa (Benth.) Brenan</i>	Leguminosae-Mimosoideae
Angiquinho	<i>Parapiptadenia sp.</i>	Leguminosae-Papilionoideae
Araçá	<i>Psidium araça (Raddi)</i>	Myrtaceae
Araçá I	<i>Eugenia stipitata</i>	Myrtaceae
Aracá-da-serra	<i>Calycorectes acutatus (Miq.)</i>	Myrtaceae
Araçá-do-mato	<i>Psidium cattleianum Sabine</i>	Myrtaceae
Araçá-roxo	<i>Psidium rufum DC</i>	Myrtaceae
Araticum		Annonaceae
Araticum	<i>Annona coriacea Mart.</i>	Annonaceae
Araticum-cagão	<i>Annona cacans Warm.</i>	Annonaceae
Ariu	<i>Pouteria caimito (Ruiz & Paul)</i>	Sapotaceae
Aroeira-do-sertão	<i>Myracrodruon urundeuva Fr.</i>	Anacardiaceae
Assa-peixe	<i>Vernonia ferruginea Less</i>	Compositae (Asteraceae)
Assa-peixe-miúdo	<i>Vernonia scorpioides (Lam.)</i>	Compositae (Asteraceae)

NOME POPULAR	ESPÉCIE	FAMÍLIA
Azeitona-brava	<i>Vitex montevidensis</i> Cham.	Verbenaceae
Balsaminho	<i>Diptychandra</i> <i>aurantiaca</i> (Mart)	Leguminosae- Caesalpinoideae
Balsamo	<i>Myroxylon peruiferum</i> L. F.	Leguminosae- Papilionoideae
Banha-manhosa	<i>Machaerium vestitum</i> Vog.	Leguminosae- Papilionoideae
Baraúna	<i>Schinopsis brasiliensis</i> Engl.	Anacardiaceae
Barbatimão	<i>Stryphnodendron</i> <i>adstringens</i> (Mart.) Coville	Fabaceae-mimosoideae (Leguminosae)
Barriguda	<i>Ceiba boliviana</i> Britten & E. G. Baker	Bombacaceae
Barriguda-lisa	<i>Cavanillesia arborea</i> K. Schum	Bombacaceae
Betonca	<i>Hyptis multiflora</i> Pohl.	Labiatae (Lamiaceae)
Bico-doce	<i>Eugenia brasiliensis</i>	Myrtaceae
Caatinga-de-porco	<i>Caesalpinia</i> <i>pyramidalis</i> Tul.	Leguminosae- Caesalpinoideae
Cabeça-de-frade	<i>Melocactus zehntneri</i>	Cactaceae
Cabreúva	<i>Myrocarpus frondosus</i> Fr. All.	Papilionoideae
Cafezinho, canário	<i>Rhamnidium</i> <i>elaecarpus</i> Reissek	Rhamnaceae
Cagaita	<i>Eugenia dysenterica</i> DC.	Myrtaceae
Caiçara	<i>Solanum erianthum</i> D. Don	Solanaceae
Cajazeira	<i>Pterogyne nitens</i> Tul.	Leguminosae- Caesalpinoideae
Cajuzinho-de-gerais	<i>Anacardium humile</i> A. St.-Hil.	Anacardiaceae
Camará-do-mato	<i>Lantana</i> sp.	Verbenaceae
Camboatã	<i>Cupania</i> sp.	Sapindaceae
Camboim	<i>Psidium sartorianum</i> (O. Berg)	Myrtaceae
Canafistula	<i>Albizia inundata</i> (Mart.) Barneby & Grimes	Leguminosae- mimosoidae
Canário, cafezinho	<i>Rhamnidium</i> <i>elaecarpum</i> Reissek	Rhamnaceae
Candeia	<i>Geochnatia</i> <i>polymorpha</i> (Less.)	Asteceraceae (Compositae)

NOME POPULAR	ESPÉCIE	FAMÍLIA
	<i>Cabrera</i>	
Canela-de-velho	<i>Miconia sp.</i>	Melastomataceae
Canela-de-Velho	<i>Arrabidaea blanchetii</i>	Bignoniaceae
Canelão-amarelo	<i>Ocotea velutina (nees) Rohwer</i>	Lauraceae
Canelinha-cheirosa	<i>Aniba firmula</i>	Lauraceae
Canjirana		Meliaceae
Cansanção	<i>Cnidocolus urens (L.) Arthur</i>	Euphorbiaceae
Capim-amargoso	<i>Digitaria insulares (L.) Fedde</i>	Gramineae (Poaceae)
Capim-palmeira	<i>Curculigo capitulata (Lour.)</i>	Amaryllidaceae
Capitão-do-campo	<i>Terminalia argentea Mart.</i>	Combretaceae
Caraíba	<i>Tabebuia caraiba Cham.</i>	Bignoniaceae
Caraíba-do-cerrado	<i>Tabebuia aurea (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Mo..</i>	Bignoniaceae
Caraíba-de-gerais	<i>Auxema glazioviana Taub.</i>	Boraginaceae
Cariru	<i>Amaranthus sp.</i>	Amaranthaceae
Caroba	<i>Jacaranda cuspidifolia Mart.</i>	Bignoniaceae
Caroba-de-flor-roxa	<i>Jacaranda micrantha Cham.</i>	Bignoniaceae
Caroba-de-flor-verde	<i>Cybistax antisiphilitica (Mart.)</i>	Bignoniaceae
Caroba-do-mato	<i>Jacaranda copaia (Aubl.) Don.</i>	Bignoniaceae
Caroba-do-mato	<i>Jacaranda sp</i>	Bignoniaceae
Carobinha	<i>Jacaranda puberula Cham.</i>	Bignoniaceae
Casca-fina	<i>Patagonula baiensis Moric..</i>	Boraginaceae
Cavalinha-gigante	<i>Equisetum giganteum L.</i>	Equisetaceae
Caviúna	<i>Machaerium scleroxylon Tul.</i>	Leguminosae- Papilionoideae
Cedro	<i>Cedrela fissilis Vell.</i>	Meliaceae
Chapada	<i>Acosmium dasycarpum (Vog.)</i>	Leguminosae- Papilionoideae

NOME POPULAR	ESPÉCIE	FAMÍLIA
Chatinha	<i>Camponesia sessiliflora</i> (O.Berg) Mattos	Mirtaceae
Chichá	<i>Sterculia chica</i> St. Hil. Ex Turpin	Sterculiaceae
Chichá-do-cerrado	<i>Sterculia striata</i> St. Hill. et Naud	Sterculiaceae
Chocalho-de-cascável	<i>Crotalaria incana</i> L.	Papilionoideae
Chuva-de-ouro	<i>Cassia ferruginea</i> (Schrad)	Leguminosae- Caesalpinoideae
Cipó		Gramineae (Poaceae)
Cipó-de-catitu	<i>Pyrostegia venusca</i> Miers	Bignoniaceae
Cipó-de-folha-larga		Gramineae (Poaceae)
Cipó-prato		Gramineae (Poaceae)
Cirria	<i>Acacia plauhvensis</i>	Leguminosae- mimosoideae
Claraíba	<i>Cordia trichotoma</i>	Boraginaceae
Coco-de-raposa	<i>Syagrus vagans</i> (Bondar)	Palmae
Coco-de-vassoura	<i>Syagrus werdermannii</i> Burret	Palmae
Coco-licuri	<i>Syagrus coronata</i> (Mart.) Becc	Palmae
Coco-ticum	<i>Astrocaryum campestre</i> Mart.	Palmae
Copaíba	<i>Copaifera langsdorfii</i> Desf.	Leguminosae- Caesalpinoideae
Coração-preto, catingueira, rungueiro	<i>Caesalpineia pyramidalys</i> Tul.	Fabaceae- Caesalpinoideae
Cordão-de-frade	<i>Leonotis nepetifolia</i> (L.) W.T.	Labiatae (Lamiaceae)
Coroá		Bromeliaceae
Crista-de-galo	<i>Celosia cristata</i>	Amaranthaceae
Cuaçuzeiro (Taipoca, cabaçu, cauçu)	<i>Coccoloba rosea</i> Mesn.	Polyginaceae
Embaúba-branca	<i>Cecropia hololeuca</i> Miq.	Urticaceae (Antiga Cecropiaceae)
Embaúba-prateada	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	Cecropiaceae (Antiga Cecropiaceae)
Embira	<i>Xylopia frutescens</i> Aubl.	Annonaceae

NOME POPULAR	ESPÉCIE	FAMÍLIA
Embiriba-branca, angico-roxo	<i>Parapiptadenia pterosperma</i> (Benth.) Brenan	Leguminosae-Mimosoideae
Embiriba-preta		Bombacaceae
Embiruçu	<i>Pseudobombax simplicifolium</i> A. Royns	Malvaceae (antiga Bombacaceae)
Engasga-vaca, Pequi-de-cavalo	<i>Swartia macrostachya</i> Benth.	Fabaceae-faboideae (Leguminosae)
Erva-de-rato	<i>Palicourea marcgravii</i> St. Hill.	Rubiaceae
Espinheiro	<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd	Leguminosae-Mimosoideae
Espinho-de-Jerusalém	<i>Parkinsonia aculeata</i> L.	Leguminosae-Caesalpinoideae
Esporão-de-galo	<i>Nectandra lanceolata</i>	Lauraceae
Falso-barbatimão	<i>Cassia leptophylla</i> Vog.	Leguminosae-Caesalpinoideae
Farinha-seca	<i>Albizia Hasslerii</i> (Chodat) Burr.	Leguminosae-Caesalpinoideae
Fedegoso	<i>Cassia leptocarpa</i> Benth.	Leguminosae-Caesalpinoideae
Figueira-branca	<i>Ficus calyptroceras</i> (Miq.) Miq.	Moraceae
Figuera-branca	<i>Ficus Catappifolia</i> Kunth	Moraceae
Flor-estrela	<i>Stapelia hirsuta</i>	Aclespiadaceae
Folha-larga	<i>Tabebuia</i> sp.	Bignoniaceae
Folha-santa	<i>Kalanchoe fedtschenkoi</i>	Crassulaceae
Fruta-de-juriti	<i>Galipea</i> sp.	Rutaceae
Fruta-de-tucano	<i>Vochysia tucanorum</i> Mart.	Vochysiaceae
Gameleira	<i>Ficus calyptroceras</i> (Miq.) Miq.	Moraceae
Gameleira-preta	<i>Ficus eximia</i>	Moraceae
Goiaba-de-porco		Myrtaceae
Gonçalo-alves	<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott	Anacardiaceae
Grão-de-galo	<i>Cordia superba</i> Cham.	Boraginaceae
Gabiroba	<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O.Berg	Myrtaceae
Guaiçara	<i>Swetia fruticosa</i> Spreng.	Fabaceae-faboideae

NOME POPULAR	ESPÉCIE	FAMÍLIA
Guainã	<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i>	Leguminosae-Papilionoideae
Guapuruvu	<i>Schizolobium parahyba (Vell.)</i>	Leguminosae-Caesalpinoideae
Guarantã	<i>Esenbeckia leiocarpa Engl</i>	Rutaceae
Guatambu	<i>Aspidosperma australe M. Arg.</i>	Apocynaceae
Imbé	<i>Philodendron bipinnatifidum Schott</i>	Araceae
Imbiruçu	<i>Pseudobombax simplicifolium</i>	Bombacaceae
Ingá-branco	<i>Inga laurina (Sw) Wild</i>	Leguminosae-Mimosoideae
Ingá-do-brejo	<i>Inga uruguensis Hooker at Arnott</i>	Leguminosae-Mimosoideae
Ingazeira	<i>Lonchocarpus sericeus (Poir.)</i>	Leguminosae-Papilionoideae
Ipê-amarelo	<i>Tabebuia ochracea (Cham.)</i>	Bignoniaceae
Ipê-amarelo-anão	<i>Tabebuia riodecencis</i>	Bignoniaceae
Ipê-amarelo-araliaceo	<i>Tabebuia serratifolia</i>	Bignoniaceae
Ipê-amarelo-casca-lisa	<i>Tabebuia vellosi Tol.</i>	Bignoniaceae
Ipê-cascudo, coité	<i>Zeyheria tuberculosa (Vell.) Bur.</i>	Bignoniaceae
Ipê-amarelo-da-serra	<i>Tabebuia Alba</i>	Bignoniaceae
Ipê-amarelo-do-brejo	<i>Tabebuia umbellata (Sond.)</i>	Bignoniaceae
Ipê-branco	<i>Tabebuia rose-alba (Cham.)</i>	Bignoniaceae
Ipê-de-jardim	<i>Tecoma stans</i>	Bignoniaceae
Ipê-miúdo	<i>Tabebuia sp.</i>	Bignoniaceae
Ipê-rosa	<i>Tabebuia heptaphylla (Vell.) Tol.</i>	Bignoniaceae
Ipê-rosa	<i>Tabebuia ipê</i>	Bignoniaceae
Ipê-roxo	<i>Tabebuia impetiginosa (Mart.)</i>	Bignoniaceae
Ipê-roxo-da-mata	<i>Tabebuia avellaneda Lor.</i>	Bignoniaceae
Ipê-tabaco	<i>Zeyheria tuberculosa (Vell.) Bur.</i>	Bignoniaceae
Ipê-vermelho		Bignoniaceae
Jaboticaba	<i>Myrciaria trunciflora</i>	Myrtaceae

NOME POPULAR	ESPÉCIE	FAMÍLIA
	<i>Berg.</i>	
Jacarandá	<i>Machaerium opacum</i> <i>Vog. sp.</i>	Fabaceae-faboideae (Leguminosae)
Jacarandá amarelo	<i>Platypodium elegans</i> <i>Vog.</i>	Leguminosae- Papilionoideae
Jacarandá-da-bahia	<i>Dalbergia miscolobium</i> <i>Benth</i>	Leguminosae- Papilionoideae
Jacararé	<i>Piptadenia</i> <i>gonoacantha (Mart.)</i>	Leguminosae- Mimosoideae
Jacobina	<i>Mimosa vernicosa var.</i> <i>ciliata Benth.</i>	Fabaceae-papilionoideae (Leguminosae)
Jalapa	<i>Ipomoea jalapa</i>	Convolvulaceae
Jataí-peba	<i>Apuleia leiocarpa</i> <i>(Vog.) Macbr.</i>	Leguminosae- Caesalpinoideae
Jatobá	<i>Hymenaea courbaril L.</i> <i>var. stilbocarpa</i> <i>(Haine) Lee et Lan g.</i>	Fabaceae-mimosoideae (Leguminosae)
Jatobá-da-caatinga	<i>Hymenaea martiana</i> <i>Hayne</i>	Fabaceae- Caesalpinoideae (Leguminosae)
Jatobá-da-caatinga	<i>Hymenaea courbaril L.</i> <i>var. stilbocarpa</i> <i>(Haine) Lee et Lang.</i>	Fabaceae- Caesalpinoideae (Leguminosae)
Jatobá-do-cerrado	<i>Hymenaea</i> <i>stigonocarpa var.</i> <i>Pubescens Benth.</i>	Fabaceae- Caesalpinoideae (Leguminosae)
Jatobá-do-cerrado	<i>Hymenaea</i> <i>stigonocarpa Mart. Ex</i> <i>Hayne var.</i> <i>stigonocarpa</i>	Fabaceae- Caesalpinoideae (Leguminosae)
Jequitibá	<i>Cariniana estrellensis</i> <i>(Raddi)</i>	Lecythidaceae
Jerjelim-bravo	<i>Senna splendida Vog</i>	Leguminosae- Caesalpinoideae
Jiló-bravo	<i>Solanum granuloso</i> <i>leprosum</i>	Solanaceae
Jitirana	<i>Ipomoea sp.</i>	Convolvulaceae
Jitirana-peluda	<i>Ipomoea hederifolia L.</i>	Convolvulaceae
Juá-mirim	<i>Celtis brasiliensis</i>	Ulmaceae
Juazeiro	<i>Zizyphus joazeiro</i> <i>Mart.</i>	Rhamnaceae
Jurema-branca	<i>Mimosa artemisiana</i> <i>Heringer & Paula</i>	Mimosaceae
Jurema-cochila	<i>Mimosa sp.</i>	Mimosaceae

NOME POPULAR	ESPÉCIE	FAMÍLIA
Jurema-preta	<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir.	Mimosaceae
Jurubeba		
Laranja-brava	<i>Ouratea castaneifolia</i> (DC). Engl.	Ochnaceae
Laranjeira-brava	<i>Zanthoxylum</i> <i>rhoifolium</i> Lam.	Rutaceae
Laranjeira-do-cerrado	<i>Pera glabrata</i> (Schott) Bail	Euphorbiaceae
Leiteiro-de-espinho	<i>Pachystroma</i> <i>longifolium</i> (Ness)	Euphorbiaceae
Leiteiro-vermelho	<i>Euphorbia cotinifolia</i> L.	Euphorbiaceae
Língua-de-sogra	<i>Euphorbia ingens</i>	Euphorbiaceae
Louro	<i>Ocotea spixiana</i> (Ness) Mez	Lauraceae
Louro-da-mata-virgem	<i>Nectandra rigida</i> (H. B. K.)	lauraceae
Louro-preto	<i>Cordia glabrata</i> (Mart.) DC.	Boraginaceae
Macambira	<i>Bromelia laciniosa</i> Mart.	Bromeliaceae
Macaqueira-miúda	<i>Diospyros sericea</i>	Ebenacea
Malva-bamburral	<i>Sida cordifolia</i> L.	Malvaceae
Malva-de-rosca	<i>Sida sp.</i>	Malvaceae
Malva-de-vassoura		Malvaceae
Malva-plana	<i>Sida glomerata</i> (Commers)	Malvaceae
Malva-preta	<i>Sida decumbens</i>	Malvaceae
Malvinha-dura	<i>Sida angustifolia</i>	Malvaceae
Mama-cadela	<i>Brosimum</i> <i>gaudichaudii</i> (Trec.) ou <i>Brosimum glaziovii</i> Taub.	Moraceae
Mandacaru	<i>Cereus jamacaru</i> (DC.)	Cactaceae
Mandioca-brava I	<i>Manihot glaziovii</i> M.	Euphorbiaceae
Mandioca-brava II	<i>Manihot stipularis</i> M.	Euphorbiaceae
Mangaba	<i>Hancornia speciosa</i> Gomes	Apocynaceae
Maracujá-de-veado	<i>Passiflora foetida</i> L. var. <i>foetida</i> L.	Passifloraceae
Maracujá-do-mato	<i>Passiflora cincinnata</i>	Passifloraceae

NOME POPULAR	ESPÉCIE	FAMÍLIA
	<i>Mast</i>	
Maria-feche-a-porta	<i>Mimosa pudica L.</i>	Mimosaceae
Marinheiro	<i>Trichilia hirta L.</i>	Meliaceae
Mata-pasto I	<i>Eupatorium amygdalinum</i>	Compositae-Asteraceae
Mata-pasto II	<i>Cassia sericea (Swartz)</i>	Leguminosae-Caesalpinoideae
Monjoleiro	<i>Acacia polyphylla DC</i>	Leguminosae-Papilionoideae
Moreira	<i>Maclura tinctoria (L.) D. Don ex</i>	Moraceae
Mosqueteiro		Leguminosae-Caesalpinoideae
Mutamba	<i>Trema micrantha (L.) Blum.</i>	Ulmaceae
Mucunã	<i>Dioclea sp.</i>	Leguminosae-Papilionoideae
Mulungu	<i>Erythrina velutina Benth.</i>	Leguminosae-Papilionoideae
Mulungu-do-litoral	<i>Erythrina speciosa (Andrews)</i>	Leguminosae-Papilionoideae
Murici	<i>Byrsonima stipulacea A. Juss.</i>	Malpighiaceae
Murici-da-capoeira	<i>Byrsonima spicata (Cav.) H.B.T</i>	Malpighiaceae
Murici-do-campo	<i>Byrsonima basiloba</i>	Malpighiaceae
Murici-RT	<i>Byrsonima verbacifolia (L.) Rich</i>	Malpighiaceae
Murindiba-rosa	<i>Lafoensia glyptocarpa Koehne</i>	Lythraceae
Mutamba	<i>Guazuma ulmifolia Lam.</i>	Sterculiaceae
Mutamba-preta	<i>Luehea candicans Mart. et Zucc.</i>	Tiliaceae
Olandim	<i>Calophyllum brasiliensis Camb.</i>	Guttiferaceae
Olho-de-cabra	<i>Ormosia arborea (Vell.) Harms</i>	Leguminosae-Papilionoideae
Orelha-de-onça	<i>Tibouchina grandifolia Cogn</i>	Melastomataceae
Ovo-de-galo	<i>Maternichia princeps</i>	Solanaceae
Panã-do-mato	<i>Annona glabra Mart.</i>	Annonaceae
Papagaio	<i>Euphobia pucherrima</i>	Euphorbiaceae

NOME POPULAR	ESPÉCIE	FAMÍLIA
Pau-d'óleo	<i>Lonchocarpus campestris</i> Mart. ex. Benth	Fabaceae-faboideae (Leguminosae)
Pata-de-vaca	<i>Bauhinia variegata</i> 'candida'	Leguminosae-Caesalpinoideae
Pau-copa	<i>Pterodon</i> sp.	Leguminosae-Papilionoideae
Pau-de-angu	<i>Machaerium aculeatum</i> Raddi	Leguminosae-Papilionoideae
Pau-de-cachimbo	<i>Senna</i> sp.	Leguminosae-Caesalpinoideae
Pau-de-curral	<i>Terminalia fagifolia</i> Mart.	Combretaceae
Pau-ferro	<i>Caesalpinia ferrea</i> ex. Tull var. <i>Leiostachia</i> Benth	Leguminosae-Caesalpinoideae
Pau-formiga	<i>Tripalis brasiliana</i> Cham.	Polygonaceae
Pau-jaú	<i>Tripalis gardneriana</i> Wedd	Polygonaceae
Pau-jaú	<i>Tripalis surinamensis</i> Cham.	Polygonaceae
Pau-leiteiro	<i>Sapiuwi</i> sp.	Euphorbiaceae
Paulistinha	<i>Luffa opecculata</i>	Cucurbitaceae
Pau-pereira	<i>Platycyamus regnellii</i> Benth	Leguminosae-Papilionoideae
Pau-sangue	<i>Pterocarpus violaceus</i> Vog.	Leguminosae-Papilionoideae
Pau-santo	<i>Kielmeyera variabilis</i> Mart.	Guttiferae
Pau-terra	<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	Vochysiaceae
Pau-terra-da-mata	<i>Qualea dichotoma</i> (Warm.) Stafl.	Vochysiaceae
Pau-terra-de-flor-roxa	<i>Qualea parviflora</i> (Mart.)	Vochysiaceae
Pé-de-cabra	<i>Bauhinia</i> sp.	Leguminosae-Caesalpinoideae
Pequi	<i>Caryocar brasiliense</i> Camb	Caryocaraceae
Pereiro	<i>Aspidosperma pyriformium</i> Mart.	Apocynaceae
Pereiro-vermelho	<i>Simira gardneriana</i> M.R. Barbosa & Peixoto	Rubiaceae
Perinha	<i>Eugenia lutescens</i> Camb.	Myrtaceae

NOME POPULAR	ESPÉCIE	FAMÍLIA
Periquiteira, monjoleiro	<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose	Fabaceae-mimosoideae (Leguminosae)
Peroba	<i>Aspidosperma discolor</i> A. DC.	Apocynaceae
Peroba-mirim	<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i>	Apocynaceae
Peroba-rosa	<i>Aspidosperma polyneuron</i>	Apocynaceae
Pinha-de-cachorro, bananinha	<i>Annona leptopelata</i> (R.E.Fr.) H. Rainer	Pinha-de-cachorro, bananinha
Pinha-do-mato	<i>Rollinia silvatica</i> (A. St. Hil.) Mart.	Annonaceae
Piolho-de-urubu	<i>Dictyoloma vandellianum</i> A. Juss.	Rutaceae
Pitangueira do mato	<i>Myrcia</i> sp.	Myrtaceae
Pitomba	<i>Talisia esculenta</i> (ST. Hill.)	Sapindaceae
Pompom	<i>Zinnia elegans</i>	Compositae (Asteraceae)
Putumuju	<i>Centrolobium tomentosum</i> Guill.	Leguminosae-Papilionoideae
Qualea	<i>Qualea</i> sp.	Vochysiaceae
Quaresmeira	<i>Tibouchina granulosa</i> Cogn.	Melastomataceae
Quaresmeira-da-serra	<i>Tibouchina</i> sp.	Melastomataceae
Quebra-foice	<i>Cillandra brevipes</i>	Leguminosae
Quiabento	<i>Peireskia bahiensis</i> Gurcke	Cactaceae
Quina-branca I	<i>Erythroxylum</i> sp.	Erythroxylaceae
Quina-branca II	<i>Coutarea hexandra</i> Schum.	Rubiaceae
Rabo-de-macaco	<i>Lonchocarpus guilleminianus</i> (Tul.) Malme	Leguminosae-Papilionoideae
Rapadureiro		Leguminosae-Papilionoideae
Rosca	<i>Chloroleucon tenuiflorum</i> (Benth.) Barneby & Grimes.	Leguminosae-Mimosoideae
Saboneteiro	<i>Sapindus saponaria</i> L.	Sapindaceae
São-caetano	<i>Momordica charantia</i> L.	Cucurbitaceae
São-joão	<i>Senna spectabilis</i> (DC.) Irwin	Leguminosae-Caesalpinoideae

NOME POPULAR	ESPÉCIE	FAMÍLIA
São-joão-candeia		Leguminosae- Caesalpinoideae
São-joão-miúdo		Leguminosae- Caesalpinoideae
Sete-cascas	<i>Samanea tubulosa</i> (Benth.)	Leguminosae- Mimosoideae
Sete-patacas-amarelas	<i>Allamandra puberula</i> A. DC.	Apocynaceae
Sete-sangrias	<i>Veronica persica</i> Poir.	Scrophulariaceae
Sibipuruna	<i>Caesalpinia</i> <i>peltophoroides</i>	Leguminosae- Caesalpinoideae
Soja-brava		Leguminosae- Caesalpinoideae
Sombreiro	<i>Clitoria fairchildiana</i> Howard	Leguminosae- Papilionoideae
Suadeira	<i>Pilocarpus</i> sp.	Rutaceae
Sucupira-branca	<i>Pterodon emarginatus</i> Vog.	Leguminosae- Papilionoideae
Sucupira-preta	<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth.	Leguminosae- Papilionoideae
Sucupira-vermelha	<i>Sweetia</i> sp.	Leguminosae- Papilionoideae
Sumaúma	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Bombacaceae
Surucucu	<i>Piptadenia viridiflora</i> (Kunth) Benth.	Leguminosae- Mimosoideae
Taipoca	<i>Tecoma</i> sp.	Bignoniaceae
Tamboril-quebra-serra	<i>Peltophorum</i> <i>dubium</i> (Spreng.)	Leguminosae- Caesalpinoideae
Tamboril-verdadeiro	<i>Enterolobium</i> <i>contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	Fabaceae-Mimosoidae (Leguminosae)
Tatarena	<i>Pithecolobium tortum</i> Mart.	Leguminosae- Mimosoideae
Tachi-branco	<i>Sclerolobium</i> <i>paniculatum</i> Vog.	Leguminosae- Papilionoideae
Tingui	<i>Magonia pubescens</i> ST. Hill.	Sapindaceae
Umburana-de-cheiro	<i>Amburana cearensis</i> (Fr. All)	Leguminosae- Papilionoideae
Umburaninha	<i>Commiphora</i> <i>leptophloeos</i> (Mart)	Burseraceae
Umbuzeiro	<i>Spondias tuberosa</i> Arruda	Anacardiaceae
Unha-de-boi	<i>Bauhinia</i> sp.	Leguminosae- Caesalpinoideae

NOME POPULAR	ESPÉCIE	FAMÍLIA
Unha-de-gato	<i>Acacia bonariensis</i> <i>Gillies</i>	Leguminosae- Mimosoideae
Unha-de-gato-verdadeiro	<i>Acacia plumosa</i> Lowe	Leguminosae- Mimosoideae
Vaqueta	<i>Cobretum leprosum</i>	Combretaceae
Velame	<i>Croton campestris</i>	Euphorbiaceae
Velame-preto	<i>Croton</i> sp.	Euphorbiaceae
Vinhático	<i>Plathymenia reticulata</i> <i>Benth.</i>	Leguminosae- Mimosoideae
Zambumba-branca	<i>Brugniansia</i> <i>suaveolens</i>	Solanaceae
	<i>Arachis prostata</i> Benth	Leguminosae- Papilionoideae

11.4. Preparo da área

11.4.1. Recomposição Topográfica

A recomposição topográfica de superfícies degradadas compreende a etapa inicial de suporte, para implementação das técnicas de recuperação relativas com revegetação ou outro uso. Trata-se de uma parte crítica do processo de recuperação porque a nova paisagem é fundamental nas práticas do novo uso do local (RIBEIRO, 2005).

As fases de recomposição topográfica são:

- Retaludamento – abaulamento ou suavização dos cortes abruptos;
- Terraceamento - construção de terraços no relevo já com taludes;
- Subsolação/escarificação – quebra das camadas compactadas.

11.4.2. Adubação

Foram feitas análises físico-química dos solos das áreas a serem revegetadas, como indicativo das necessidades de corretivos e de adubações.

Para análise de solos, coletam-se 15 a 20 amostras do mesmo a uma profundidade de 0,20 m, distribuídas ao longo da área a ser recuperada. Essas amostras são misturadas, dando origem a uma amostra composta, que é encaminhada a um laboratório de solos. Com base nos

resultados da análise de solo, verifica-se a necessidade de calagem e adubação mais indicada para área.

A adubação verde por meio do plantio e posterior incorporação de leguminosas, como *Canavalia ensiformis* (feijão-de-porco), *Cajanus cajan* (feijão-guandu) e *Artemisia* (mucuna-preta) é feita antes da inserção das mudas nas áreas. Esse procedimento visa aumentar o teor de matéria orgânica do solo e a disponibilidade de nutrientes para as plantas, principalmente nitrogênio.

No plantio, o adubo químico e orgânico será misturado com a terra retirada na abertura da cova e, posteriormente, a mistura é utilizada para preencher a cova com a muda.

O plantio será realizado no início da estação chuvosa, normalmente nos meses de novembro e dezembro. Dessa forma, as mudas terão umidade suficiente para seu estabelecimento inicial.

11.4.3. Coveamento

Antes da abertura das covas, realiza-se a marcação das mesmas nas linhas de plantio, conforme o modelo de recuperação adotado.

Quanto maior o tamanho da cova, melhor o crescimento inicial das mudas, particularmente quando o horizonte superficial do solo foi degradado (MARTINS, 2010).

Para plantio manual as covas têm, no mínimo, as dimensões de 0,3 x 0,3 x 0,3 m.

11.4.4. Lançamento de sementes

Em algumas áreas onde o *topsoil* é considerado pobre em banco de sementes que proporcionaria a regeneração natural e nos taludes, procede-se o lançamento direto de sementes previamente selecionadas, na maioria rasteiras e herbáceas.

A germinação das sementes das plantas rasteiras e herbáceas nativas é muito rápida e percentagem é alta, proporcionando o rápido recobrimento das áreas, evitando a erosão e o início da colonização pelos processos subsequentes.

11.4.5. Plantio de mudas

No plantio o adubo químico e orgânico é misturado com a terra retirada na abertura da cova e, posteriormente, a mistura é utilizada para preencher a cova com a muda.

O plantio será realizado no início da estação chuvosa, normalmente nos meses de novembro e dezembro. Dessa forma, as mudas têm umidade suficiente para seu estabelecimento inicial.

11.4.6. Manutenções Subsequentes

A manutenção terá um importante papel na adaptação das espécies implantadas, tendo como razão dos tratamentos culturais a conservação da integridade física e nutricional das mudas, através da aplicação de compostos orgânicos, tutoramento, vistorias fitossanitárias, combate a formigas, limpeza do coroamento em cada árvore plantada e introdução de novas espécies, principalmente as climáticas, nas condições ideais de desenvolvimento.

11.4.7. Replântio

O replântio é ser feito, mediante vistoria e avaliação em campo, em até 30 dias após o plantio, repondo-se as plantas mortas, e adotando a mesma metodologia do plantio, com o percentual de falha estimado em 2%.

11.5. Uso de *Topsoil*

A camada mais superficial do solo que contém o horizonte A, e pelo menos parte do horizonte B, é chamada *topsoil* (JACOVAC, 2007).

Segundo Jacovac (2007), o resgate e transposição do *topsoil*, ou seja, de propágulos de diferentes espécies e formas de vida, de nutrientes, matéria orgânica e da microfauna presentes no solo, pode ser um meio para reestabelecer a integridade das áreas degradadas. Espera-se que o grupo de espécies regenerantes do banco de sementes, em sua maioria pioneiras, atue como “cicatrizador” do ambiente e junto com o solo orgânico introduzido, promovam mudanças das condições edáficas e microclimáticas da área a ser recuperada, criando condições para a chegada e desenvolvimento de outras espécies.

O *topsoil* tem origem de áreas a suprimir e suprimidas que tiveram a camada superficial do solo armazenada. Essa técnica é indispensável para o processo de vegetação das pilhas de estéril e

minério lixiviado, sendo utilizada também para a revegetação de áreas de empréstimo. O procedimento consiste em distribuir o material previamente armazenado de maneira uniforme em toda a área, ou em parte dela, de modo a formar uma camada de aproximadamente 50 cm sobre o espaço a ser recuperado.

11.6. Modelo Sucessional

Esse modelo parte do princípio de que espécies de início de sucessão, intolerantes à sombra e de crescimento rápido, devem fornecer condições ecológicas, principalmente sombreamento, favoráveis ao desenvolvimento de espécies finais da sucessão, ou seja, aquelas que necessitam de sombra, pelo menos na fase inicial do crescimento.

A técnica que é utilizada dentro deste modelo é o plantio simultâneo de linhas de espécies pioneiras e linhas de espécies não pioneiras, que, segundo Martins (2010), é indicado quando é necessária a cobertura mais rápida do solo, evitando a competição com ervas agressivas, principalmente gramíneas exóticas.

O mesmo autor ainda apresenta este modelo como complexo, e tem como vantagem a formação de uma floresta com maior diversidade e, portanto, mais semelhante a uma mata nativa em formação.

Como princípio, é utilizado o maior número de espécies possível, com plantio de número variado de mudas de cada uma delas. Isso garante que a composição florística do reflorestamento seja mais próxima de uma floresta nativa.

A figura 11.6.1 apresenta a forma de plantio que é adotada, com linhas de pioneiras (40%) alternando-se com linhas de não pioneiras (60%), e não coincidindo a posição das covas entre linhas adjacentes.

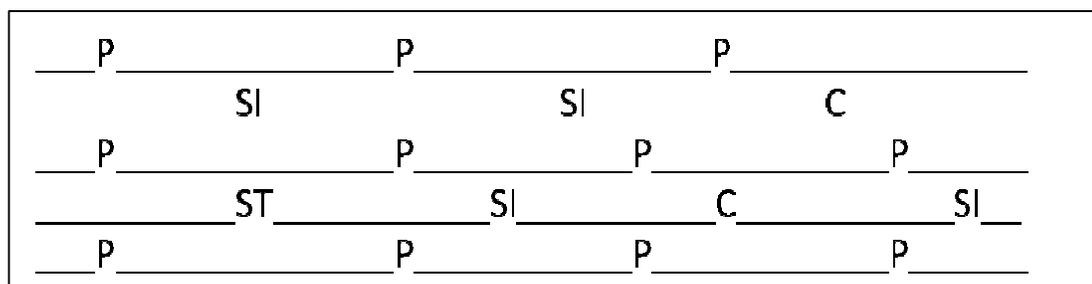


Figura 11.6.1 - Plantio com linhas alternadas de espécies pioneiras (P), secundárias iniciais (SI), secundárias tardia (ST) e clímax (C).

11.7. Modelo de Nucleação

Outro modelo utilizado pela INB-URA, em conjunto com o modelo de sucessão, para a recuperação de áreas degradadas é o da nucleação, que consiste em criar pequenos habitat (núcleos) de forma a induzir uma heterogeneidade ambiental, propiciando ambientes distintos no espaço e no tempo. Os núcleos têm o papel de facilitar o processo de recrutamento de novas espécies dos fragmentos vizinhos, do banco de sementes local e também influenciam os novos núcleos formados ao longo do tempo.

Dessa forma, são criadas condições para a regeneração natural, como a chegada de espécies vegetais, animais e microrganismos e a formação de uma rede de interações entre eles. A ideia da nucleação por meio da implantação dos núcleos é disparar “gatilhos ecológicos” no processo de regeneração natural. Os núcleos são elementos capazes de formar novas populações, novos nichos de regeneração e gerar conectividade na paisagem (SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE DE SÃO PAULO, 2011).

A importância das técnicas nucleadoras está relacionada a sua capacidade de refazer, dentro das comunidades, distintos nichos ecológicos diferenciados, associados aos organismos que as compõem (REIS *et al.*, 2003).

As técnicas de nucleação utilizadas são:

- Transposição de solo: visa resgatar a micro, a meso e a macro fauna/flora do solo (sementes, propágulos, micro-organismos, fungos, bactérias, minhocas, algas, etc.) pela transposição de porções superficiais de 1m² de solo das áreas naturais conservadas dos remanescentes de vegetação mais próximos às áreas a serem restauradas (REIS *et al.* 2003). A função básica desta técnica é a introdução de espécies herbáceo-arbustivas pioneiras que se desenvolvem e proliferam-se em núcleos, atraindo a fauna consumidora (herbívoros, polinizadores e dispersores de sementes), bem como preparando o ambiente para os seres subsequentes, já que estas espécies entram em senescência precocemente e cumprem seu papel de facilitadoras.
- Transposição de galhada: restos vegetais (galhos, folhas e material reprodutivo) são transferidos de áreas cujo licenciamento ambiental para atividades de mineração forem obtidos. Parte-se do pressuposto que esses restos vegetais são fontes de sementes de espécies

arbustivo-arbóreas, nutrientes e matéria orgânica. Esse material vegetal será depositado em pilhas com área de no máximo 2 x 2 m e altura de aproximadamente 0,5 m (MARTINS, 2010).

- Transposição de plantas de áreas a serem suprimidas - usada para espécies raras, com difícil reprodução. Consiste na remoção da planta inteira diretamente para outra área, ou transferência das mesmas para um viveiro de espera para retornarem à mesma área no momento da sua recuperação ou ainda para outra área próxima e com as mesmas características em momento mais apropriado, no caso da região, no período das chuvas, de modo a melhorar as chances de sucesso nesta transposição. Essa prática é mais comumente utilizada nas bromélias e orquídeas.

11.8. Recuperação de Taludes

Os taludes podem ser divididos em dois grupos, os taludes de corte e os taludes de aterro. Os taludes de corte têm como característica o fato de serem mais estáveis, por outro lado, são normalmente compactados e com fertilidade química extremamente baixa, já que os horizontes superficiais do solo foram retirados.

Os taludes de aterro caracterizam-se, como o próprio nome diz, pela deposição das camadas superficiais do solo retiradas para cobertura dos taludes de corte. Como o material é depositado com certa inclinação, torna-se muito suscetível à erosão e ao carreamento pelas águas da chuva, mas pode ter uma fertilidade um pouco melhor em razão da presença de restos do horizonte superficial e ser menos compactado, o que favorece o estabelecimento da vegetação (MARTINS, 2010).

As etapas para revegetação dos taludes são:

- **Sistematização:** a recomposição topográfica através da sistematização é necessária para tornar o talude adequado para receber a cobertura vegetal, bem como evitar processos erosivos. A depender da necessidade é colocada uma camada de aproximadamente 50 cm de *topsoil* sobre a superfície do talude a ser revegetado, a exemplo do depósito de estéril.
- **Revegetação:** a técnica de revegetação utilizada consiste no emprego de biomanta, que são biodegradáveis e incorporadas ao solo do talude, servindo como fonte de matéria orgânica e nutrientes para a vegetação. A fixação das mantas é feita após a sistematização e posterior

aplicação de substrato composto de solo, mistura de sementes, fertilizantes e uma fonte de matéria orgânica.

Outra forma de revegetação com mantas, que é empregada em situações em que a declividade e o acesso permitem, consiste na semeadura em covas antes da fixação da manta. Para esse método, são feitas pequenas covas de cerca de 5 x 5 cm, as quais são preenchidas com uma mistura de solo retirado, sementes e adubo e, posteriormente, cobertas com uma manta fixada no talude. As covas devem ser abertas em linhas transversais à declividade do talude, mantendo um espaçamento de cerca de 10 a 20 cm entre covas e de 20 cm entre linhas.

- Escolha das espécies: na escolha das espécies introduzidas no talude, alguns critérios são considerados como: priorizar espécies pouco exigentes quanto às condições físico-químicas do solo; evitar espécies frágeis de fácil tombamento pelo vento; plantar espécies que possuam sistema radicular profundo e crescimento vigoroso; plantio de espécies eficazes na cobertura do solo.

11.9. Recuperação do Depósito de Estéril e Minério Lixiviado

As áreas destinadas a receber a deposição de rejeitos sólidos, nas fases de operação da Mina, demandam o decapeamento do solo a fim de que esta camada superficial seja aproveitada posteriormente nas ações de restauração ambiental das pilhas, que são formadas nestas áreas por meio de deposição de rochas estéreis (separadas na lavra, teor abaixo de 300 ppm) e material lixiviado (rochas britadas das quais foi extraído o DUA).

No caso do depósito de estéril e minério lixiviado, no mesmo local onde é retirado o *topsoil*, é retirada também uma camada de 1,5 m de solo argiloso que é compactado diretamente sobre as rochas, antes do espalhamento do *topsoil*, funcionando como impermeabilizante e suporte adicional às raízes da vegetação futura.

Desta forma tem-se nas atividades de mineração, a realização simultânea de: deposição dos rejeitos, cobertura impermeabilizante (solo argiloso), cobertura com *topsoil* e cobertura vegetal. Assim, as faces expostas do depósito são logo recobertas, de maneira a minimizar erosões que geram a infiltração, lixiviação e o carregamento dos rejeitos.

12. MEDIDAS DE PREVENÇÃO, CONTROLE E MANUTENÇÃO

12.1. Medidas de Proteção ao Fogo

As medidas de proteção e combate ao fogo nas áreas em recuperação da URA visam prevenir, neutralizar e minimizar os efeitos de qualquer tipo de incêndio que venha a ocorrer.

Para a prevenção não é permitido o armazenamento de materiais transitórios inflamáveis ou de fácil combustão nas áreas, exceto aqueles que sejam absolutamente necessários para as atividades e devidamente controlados.

Aceiros ao longo dos limites das áreas são utilizados como recurso para evitar a propagação do fogo.

A unidade conta com uma brigada de emergência, formada por uma equipe de empregados que recebem treinamentos constantes para combate a incêndios, incluindo incêndios florestais, como estrutura física, um caminhão do tipo autobomba, com tanque cilíndrico com capacidade de 7 m³, equipado com bomba de 14 m³/h de vazão e 03 kgf/cm² de pressão para combate a incêndios com um caminhão do tipo autobomba, com tanque cilíndrico com capacidade de 7 m³, equipado com bomba de 14 m³/h de vazão e 3 kgf/cm² de pressão.

12.2. Controle de Espécies Invasoras

O controle de plantas invasoras é realizado de forma a facilitar o estabelecimento de espécies naturais do ecossistema e evitar a competição por recursos.

Vistorias periódicas são feitas nas áreas em recuperação para a constatação da necessidade de controle de plantas exóticas ao ecossistema.

Ressalta-se o Depósito de Estéril como área prioritária para combate a plantas invasoras, com destaque para presença de *Bachiaria spp.*, *Andropogon gayanus*, *Hyparrhenia rufa*, *Urochloa máxima*. Outras áreas apresentam infestações pontuais.

O controle e a remoção de plantas exóticas invasoras são realizados utilizando-se diversos métodos, entre os quais estão: corte, corte com aplicação de herbicida, anelamento e arranque manual. A escolha de cada método depende do contexto da invasão, do manejo e do planejamento de recuperação da área.

O mais importante no combate a plantas invasoras na URA, é realizá-lo antes da frutificação, evitando a produção de sementes que germinariam no próximo período chuvoso. Portanto, a estratégia usada é o combate das mesmas antes da produção de sementes.

12.3. Proteção e Conservação do Solo

A degradação física do solo é um dos principais processos responsáveis pelo aumento da erosão hídrica, que desencadeia a formação de sulcos, ravinas e a deposição de sedimentos e partículas.

Para o reestabelecimento da vegetação, além da conservação da estrutura, o manejo da fertilidade do solo é essencial.

Inspeções periódicas e sistemáticas efetuadas, principalmente, nos taludes e bermas dos cortes e aterros, na área de influência da barragem de Águas Claras, bem como nas baixadas, vale e grotas para avaliação preventiva dos processos erosivos e de assoreamento. Essa medida já é realizada com sucesso ao longo do período de atividade da empresa, com resultados satisfatórios.

Medidas adotadas:

- A reabilitação da cobertura vegetal, uma vez que este procedimento constitui um importante fator de controle da erosão, pois apresenta-se como barreira física ao transporte de material, proporciona estrutura mais sólida ao solo, devido ao sistema radicular, amortece o impacto das chuvas e eleva a sua porosidade;
- A captação e condução das águas superficiais por meio de canais e canaletas;
- Análise de fertilidade do solo para correção de pH e déficit de nutrientes;
- Utilizar a camada fértil dos solos decapeados em processos revegetativos;
- Reposição da matéria orgânica do solo com utilização de húmus e plantio de espécies pioneiras de ciclo curto;
- Estabilização e revegetação de taludes;
- Construção de pequenas bacias de contenção da água a margem das estradas para dissipar sua energia cinética.

A adoção dessas medidas garante, no momento atual, o controle da erosão e o não recrudescimento dos processos erosivos naturais.

12.4. Proteção e Conservação dos Recursos Hídricos

12.4.1. Águas Superficiais

A região hidrográfica na qual está inserida a Unidade de Concentrado de Urânio (URA) de Caetité apresenta rios, córregos e lagos com características de natureza temporária, enquanto que outros, como os rios perenes, caracterizam-se por possuírem de pequeno a médio fluxo de água. Assim, a vazão desses corpos hídricos é diretamente influenciada pelos volumes de precipitação na estação chuvosa; o que significa que a intensidade do regime pluviométrico é fator decisivo e regulador de todo o sistema hídrico, o que o torna extremamente vulnerável.

Os efluentes coletados das áreas das minas e pátios de minérios são desviados através de canaletas de drenagem para a bacia de deposição e reciclagem de efluentes líquidos onde são tratados para precipitação de radionuclídeos e neutralizados. Os efluentes coletados nos depósitos de estéril são destinados à bacia de rejeitos. Evita-se assim, a contaminação de corpos hídricos que estão dentro dos limites da empresa.

A contínua recomposição da vegetação, principalmente das matas ciliares e taludes, auxiliará conter o assoreamento dos corpos d' água.

O monitoramento de águas superficiais será mantido e analisará os seguintes parâmetros: Nitrito, nitrato, amônia, fosfatos, cloretos, sulfatos, cálcio, magnésio, ferro, oxigênio, rádio 228, rádio 226, urânio, tório, clorofila, pH, temperatura, condutividade, dureza, turbidez resíduos totais, coliformes totais e fecais.

12.4.2. Águas Subterrâneas

Para eliminar a alteração na dinâmica de circulação e ou diminuição na oferta de água, recomenda-se a manutenção e aprimoramento de medidas já executas, como:

- Realizar a recomposição das áreas de jazidas de materiais de empréstimo e de botas-foras a fim de evitar que as águas pluviais precipitadas sobre essas áreas sejam drenadas;

- Reduzir ao mínimo o trânsito de equipamentos pesados, nas margens das vias de acesso e áreas de terraplanagem;
- As águas precipitadas sobre as áreas que sofreram intervenções deverão ser conduzidas, o mais próximo possível, às suas condições naturais, existentes antes da implantação do Empreendimento, de forma a restabelecer a dinâmica de circulação das águas subterrâneas e a recarga do aquífero nestas áreas;
- Condiciona-se a implementação do desvio das águas do Córrego do Engenho à montante da bacia de deposição e reciclagem de efluentes líquidos, para jusante do corpo da barragem de modo a manter o fluxo das águas subterrâneas e a sua disponibilidade;
- Controle rigoroso do nível d'água do reservatório de abastecimento e vazões efluentes, visando evitar variações acentuadas no nível estático;
- Recomenda-se a continuação do monitoramento de águas subterrâneas segundo os seguintes parâmetros de análise: urânio, tório, rádio 226, rádio 228, cálcio, magnésio, amônia, pH e coliformes totais e fecais. Sendo que os poços para coleta de amostras estão divididos em três grupos, assim caracterizados:
 - ❖ Grupo I – Poços que visam suprir as necessidades das comunidades;
 - ❖ Grupo II – Poços utilizados para abastecimento do empreendimento;
 - ❖ Grupo III – Poços perfurados pela INB para monitoração ambiental.

13. DESCOMISSIONAMENTO

13.1. Mina a Céu Aberto

Cavas das Minas

Inicialmente tinha-se a proposta de realizar a inundação das cavas da Mina Cachoeira, retornando o leito do Córrego da Cachoeira ao seu curso natural, mas em face de decisão pela lavra subterrânea, será realizado o preenchimento parcial das cavas com material estéril proveniente de outras minas. O enchimento será executado seguindo a mesma metodologia adotada para a deposição de estéril e de minério lixiviado das pilhas, ou seja, a disposição intercalada de estéril e de minério lixiviado com cobertura de solo argiloso. Quando da decisão desta atividade estudos complementares serão realizados visando adequação aos controles ambientais necessários.

Portanto, as cavas receberão os seguintes tratamentos:

- Preenchimento parcial com estéril até a cota 830 m dos corpos I e III em virtude da entrada da rampa de acesso a mina subterrânea e total para a futura cava do corpo II;
- Construção de uma leira para proteção em torno da borda das cavas da mina Cachoeira ou onde não for possível implantar cercas;
- Plantio de uma cortina vegetal ao longo da estrada interna de acesso das cavas;
- Fomento a sucessão vegetal natural nos taludes internos
- Sinalização de advertência e proibitiva.

Formas de execução

Preenchimento das Cavas com estéril

Após a exaustão da mina a céu aberto Cachoeira (corpos I, II e III), a mesma será parcialmente preenchida com estéril proveniente da lavra das futuras jazidas. O nível final de preenchimento é definido pela cota da rampa de acesso à mina subterrânea que está localizada no interior da cava, ou seja, a cota 830m.

O enchimento do fundo das cavas será executado segundo a mesma metodologia seguida para a deposição de estéril na pilha, ou seja, a disposição intercalada de estéril rejeito e solo argiloso. Estima-se que a capacidade de preenchimento de estéril da cava no corpo 1 é de aproximadamente 942.123 m³, e para o corpo 3 é de 1.025.646 m³, totalizando uma

capacidade estimada de estocagem de 1.967.769 m³. No topo do enchimento até a elevação 830,0 metros será colocada uma camada de argila e de solo para a revegetação futura da área. Para a cava do corpo 2, estima-se o preenchimento total da cava com um volume aproximado de 428.058 m³ e seguirá os mesmos procedimentos descritos anteriormente.

As características hidrogeológicas do maciço da mina apresentam na sua porção de rocha sã, que é o que predomina na cava, baixíssimos coeficientes de armazenamento e condutividade hídrica. A porosidade é do tipo secundária dependente da presença e da inter-relação entre as estruturas geológicas. Estas características conferem ao maciço uma permeabilidade muito baixa.

Construção de Leira ou cercas para proteção em torno da borda da cava

Sobre a borda superior das cavas, em locais onde ainda não existam proteções adequadas, serão depositados fragmentos de rocha na forma de um cordão contínuo, com o objetivo de criar-se uma barreira natural permanente. Para permitir acesso a cava, será mantida uma única via, atual estrada principal de acesso com o devido controle mediante barreira física de um portão metálico. O acesso será mantido com o intuito de garantir eventuais manutenções posteriores ao descomissionamento.

A proteção terá altura superior a 1,5 metros com base não inferior a 2 metros. As rochas para conformação ou reforma das leiras em torno de toda cava serão provenientes de futuras jazidas ou das pilhas de estéril. A proteção já existente deve ser preservada ou reformada a fim de que toda cava seja circundada, não permitindo assim a aproximação de pessoas após o descomissionamento das atividades da mineração.

Serão colocadas placas de aviso, informativas e de proibição, chamando atenção dos riscos dos locais.

Implantação de cortina vegetal ao longo da estrada interna de acesso ao interior da cava

A estrada interna que dá acesso as cavas serão mantidas para manutenção e inspeção das mesmas em longo prazo. Para fomentar uma função ecológica, serão construídos cordões mistos, rochas, argila e top soil, sobre as bordas externas das estradas principais de acesso às cavas. O objetivo é providenciar um corredor vegetal e, ao mesmo tempo, uma barreira visual que se projetará sobre os taludes em rocha. Os cordões mistos serão executados ou

reformados para uma conformatação final de 1,5 metros de altura e 3 metros de base. Ver figura 13.1.1, com a vegetação no entorno da Cava da Mina a Céu Aberto no momento atual.



Figura 13.1.1 - Cortina arbórea no entorno da Cava da Mina a Céu Aberto

Canal de Desvio do Córrego Cachoeira

O canal de desvio do Córrego Cachoeira após a desativação do empreendimento continuará funcionando devido a construção dos diques e canais executados. Salienta-se que, mesmo após o encerramento das atividades de mineração na mina Cachoeira, a INB-URA manterá a conservação física e monitoração desta área que será mantida como parte integrante de sua propriedade.

13.2. Mina Subterrânea

Para o descomissionamento da mina subterrânea após a retirada de todos os equipamentos, materiais e infraestrutura, serão instalados bloqueios de acesso a mina na rampa principal, Chaminés de Exaustão e Chaminé de Adução.

Também deverão ser realizados estudos específicos para a definição do método a ser utilizado visando garantir a estabilidade geomecânica desses locais, assim como, os tipos de obras a serem realizadas para a vedação de todas as aberturas externas da referida mina.

13.3. Encerramento dos *Ponds*

13.3.1. Unidade de Processo - Bacias da Lixiviação e Outras

As bacias existentes para atender aos processos de lixiviação em pilhas, são usadas para estocagem/recirculação do licor de urânio, estocagem/recirculação de águas de lavagem das pilhas, estocagem de água de processo e mistura/estocagem de licor.

No processo de descomissionamento essas bacias serão totalmente drenadas. As que armazenam licor de urânio terão seu conteúdo processado para a recuperação do urânio e aquelas que contiverem água ácida e/ou água de processo terão seu conteúdo tratado com cal e, posteriormente, transferido para as bacias de deposição de efluente líquido tratado.

Após a drenagem das bacias, os precipitados contidos nas mesmas serão removidos através de limpeza com jato de água e a polpa resultante será tratada com cal e, posteriormente, transferida para as bacias de efluente líquido tratado. Em seguida serão retiradas as mantas impermeabilizantes e destinadas à descontaminação.

O solo do fundo e das laterais serão monitorados e em caso de contaminação, removido e destinado ao depósito de estéreis. Isentos de contaminação o local deverá ser terraplanado, para melhor regularizar a superfície e recoberto com uma camada de material estéril. Em seguida será colocada uma camada de *topsoil* sobre essas áreas para que seja realizado a revegetação.

13.3.2. Unidade de Processo - Bacias da Contenção de Efluentes Líquidos e Reciclagem

As bacias existentes para atender ao processo de tratamento de efluentes (*ponds*), são usadas para deposição de precipitados resultantes dos efluentes tratados, estocagem e recirculação dos líquidos drenados que retornam ao processo de lixiviação de minério de urânio. As bacias foram construídas de modo idêntico às demais bacias, quer dizer com controle tecnológico e revestimento de mantas em PEAD, porém utilizadas de modo diferente, sendo os TQ 6301-A, 6301-B, 6302, 6303 (*Ponds*) e futuramente o TQ 6304 (*Pond*) com a deposição dos precipitados sobre a manta que assim permanecerão. As demais bacias, TQ 6305, 6306, 6307 e 6308 (Bacias de águas clarificadas), somente líquidos clarificados.

Nos TQ 6301-A, 6301-B, 6302, 6303, para iniciar os serviços de terraplenagem da camada de regularização do descomissionamento, a água acumulada no interior do respectivo Pond deverá

ser previamente esgotada. Após o esgotamento, será realizada a aplicação de uma camada de reforço, composta por geogrelha de PEAD, que terá o objetivo de eliminar qualquer risco de ruptura dos rejeitos durante a execução do aterro da camada de cobertura final. Após a aplicação da geogrelha, deverá ser executado o preenchimento do Pond com solo argiloso, que terá como objetivo regularizar o terreno para aplicação da camada de impermeabilização.

O preenchimento das células com solo será realizado com a aplicação em camadas de 50 cm. O adensamento desta camada deverá ser realizado apenas pela circulação dos equipamentos, não sendo necessária a realização do controle tecnológico. Não é recomendada a compactação deste solo de cobertura em virtude da baixa resistência dos rejeitos ali depositados.

A cobertura final será realizada em duas etapas. A primeira delas compreende ao preenchimento e regularização das células com solo até as cotas finais de projeto. Nesta etapa serão instalados 8 marcos de superfície para monitoramento dos recalques que irão ocorrer, que após um determinado tempo serão estabilizados. Somente após a estabilização dos recalques, deverá ser realizada a segunda etapa da cobertura final.

Na segunda etapa, a superfície de regularização será acabada, verificando-se as cotas de projeto e o seu acabamento com rolo liso, preparando a superfície para a aplicação da geomembrana de PEAD. A superfície deverá estar lisa e regular para evitar danificação na geomembrana durante a sua instalação. O confinamento geotécnico projetado para descomissionamento das células será composto por um sistema de Camadas Múltiplas (ver tabela 11.3.2.1), com diferentes características físicas e geotécnicas, cuja composição propicia um desempenho mecânico, hidráulico e ambiental adequado ao projeto.

A impermeabilização de base será constituída por uma camada de geomembrana de Polietileno de Alta Densidade (PEAD) de 1,5 mm de espessura. A geomembrana deverá ser assentada diretamente sobre a camada de solo de regularização. Após a finalização da camada de impermeabilização, deverá ser executado o sistema de drenagem de cobertura, composto por uma camada de material geossintético com função drenante (geocomposto drenante), aplicada sobre toda a área impermeabilizada, onde será realizado o encaminhamento do fluxo coletado até o sistema de drenagem de águas pluviais a ser construído.

Tabela 13.3.2.1 - Sistema de camadas múltiplas

Sistema	Camada	Composição	Função
Impermeabilização	Impermeabilização	Geomembrana de PEAD	Impermeabilização hidráulica
Drenagem de Cobertura	Drenagem	Geossintético com função drenante (geocomposto drenante)	Coleta e encaminhamento das águas de chuva para fora da célula
	Solo de Cobertura	Solo Argiloso	Proteção mecânica do Confinamento
	Cobertura Vegetal	Plantas de espécies nativas.	Proteção da camada de solo de cobertura contra erosão

Sobre a camada drenante deverá ser aplicada uma camada de solo de proteção e/ou cobertura, com 60 cm de espessura. Esta camada tem a função de manter a integridade física do confinamento geotécnico, evitando a ocorrência de danos nas camadas de drenagem e impermeabilização. O solo a ser utilizado nessa etapa deverá ser isento de entulhos e resíduos, sendo preferencialmente silto-arenoso ou argilo-arenoso. A compactação deverá ser realizada pela simples passagem dos equipamentos de terraplenagem sobre o solo, não sendo necessária a compactação deste solo com o auxílio de rolos compactadores.

A camada de cobertura vegetal dos Ponds será composta por plantas de espécies nativas. A função desta camada é a proteção do solo contra processos erosivos ocasionados pela chuva. A manutenção de uma cobertura vegetal de boa qualidade eleva os percentuais de evapotranspiração, diminuindo, assim, a infiltração nas camadas subsequentes.

As bacias, TQ 6305, 6306, 6307 e 6308 (Bacias de águas clarificadas), receberão o mesmo tratamento de descomissionamento destinados as demais, ou seja após a drenagem das bacias, os possíveis precipitados contidos nas mesmas serão removidos através de limpeza com jato de água e a polpa resultante será transferida para as bacias de efluente líquido tratado. Em seguida serão retiradas as mantas impermeabilizantes e destinadas a descontaminação. O solo do fundo e das laterais serão monitorado e em caso de contaminação, removido e destinado ao depósito de estéreis. Isentos de contaminação o local deverá ser terraplanado, para melhor regularizar a superfície e recoberto com uma camada de material estéril. Em seguida será colocada uma camada de topsoil sobre essas áreas para que seja realizado a revegetação.

13.4. Configuração Final das Demais Áreas de Atividades de Produção

Para as áreas administrativas e industriais, serão adotadas medidas para minimizar a geração de rejeitos, bem como otimizar o descomissionamento. Desta forma serão descomissionadas sequencialmente as áreas controladas e em seguida áreas supervisionadas.

Plano de desmontagem e demolição

São objetivos deste plano, definir os métodos de execução dos serviços e avaliar efeitos ambientais decorrentes dos mesmos; avaliar os recursos necessários para realização das tarefas; garantir controle sobre o processo; apontar destinação para os resíduos gerados e não reutilizáveis; observar e garantir os aspectos e normas institucionais da segurança patrimonial e do trabalho; assegurar execução adequada por empresas contratadas sem geração de novos impactos ou contaminações ambientais.

Todos os bens e estruturas estarão compondo uma listagem, separada por área e tipo de material, com sua característica, com previsão de destinação temporária e final. O planejamento das atividades de desmontagem e demolição requer também a estruturação logística para determinação de áreas de estocagem provisória de materiais e bens, local de destinação temporária de resíduos e matérias, recursos em equipamentos como guindastes, caminhões próprios para transporte, e outros recursos materiais e humanos necessários para execução.

Desmobilização do mobiliário e áreas de escritório

Terminadas as atividades produtivas na INB-URA será feita a retirada do mobiliário e equipamentos de escritório, refeitório, laboratório, almoxarifado, oficinas e nas diversas áreas de apoio administrativo. Após esta desmobilização estas edificações serão liberadas para início dos serviços de desmontagem e demolição. A destinação e o encaminhamento destes materiais e equipamentos deverá estar já definida para que não haja impedimento das atividades subsequentes.

Desmontagem do equipamento industrial, galpões e oficinas

Esta etapa consiste dos serviços de desmontagem de todas as estruturas produtivas, inclusive as subterrâneas, sistema de estocagem de minério, disposição temporária dos materiais, equipamentos e destinação final dos mesmos. Entre as diversas alternativas e metodologias a serem consideradas no desmonte e demolição deverá ser adotado os seguintes procedimentos:

Desmonte das instalações elétricas, de telefonia e comando

Nesta etapa serão retirados todos os sistemas de cabos elétricos de força, de comando e telefonia, bem como, os suportes, bandejas, eletrodutos, transformadores, quadros de comando, instrumentos de medição, postes e outros. Procedimentos específicos deverão ser adotados para retirada, desmontagem, deposição temporária e transporte de transformadores.

Desmonte dos equipamentos periféricos e conjuntos mecânicos

Após definição de um plano de desmonte de equipamentos, deverão ser desmontados os conjuntos, subconjuntos mecânicos e periféricos, liberando as unidades para retirada ou serviços de corte e demolição. Procedimentos específicos deverão ser adotados para desmontagem, armazenamento temporário e destinação final para os periféricos e conjuntos mecânicos.

Desmonte de equipamentos unidades de processo

Nesta etapa deverão ser removidos ou desmontados os equipamentos principais. Procedimentos específicos deverão ser adotados para desmontagem, armazenamento temporário e transporte e destino final para cada equipamento, dependendo do porte e da sua complexidade. Após a desmontagem do equipamento industrial deverão ser desmontadas as estruturas metálicas dos galpões industriais e oficinas. Aqui também deverão ser adotados procedimentos específicos para desmontagem, disposição temporária e final. Por se tratar de material com potencial de reaproveitamento, estes materiais serão dispostos em separado para facilitar o seu manejo e carregamento.

14. PROGRAMA DE MONITORAMENTO

14.1. Monitoramento da Flora

O sucesso de um programa de revegetação pode ser avaliado segundo diferentes pontos de vista.

Essa avaliação pode ser feita mediante o uso de indicadores de desempenho. Para isso, foram escolhidos parâmetros que forneçam uma informação agregada e sintética sobre a vegetação ou solo. Esses indicadores poderão ser interpretados por diferentes categorias interessadas, como agentes públicos e comunidade em geral (ALMEIDA e SÁNCHEZ, 2005).

Há inúmeros parâmetros que podem ser utilizados como indicadores, mas o grande desafio é desenvolver ou adaptar critérios válidos para monitorar e avaliar a funcionalidade da área, bem como discriminar os indicadores que forneçam as informações desejadas com exatidão e a custos aceitáveis (RODRIGUES e GANDOLFI, 2001).

Os indicadores devem demonstrar qual é a probabilidade de que determinada meta da recuperação seja atingida e apontar para correções necessárias em cada etapa desde o início da execução do projeto.

Como critério de escolha dos indicadores, os procedimentos devem ser simples, de fácil mensuração e análise e passíveis de serem medidos com celeridade.

Para delimitação da área de medições serão utilizadas parcelas aleatórias de 10 x 10 m, uma adaptação do que é sugerido por Rodrigues (1989), citado por Almeida e Sánchez (2005). Em cada parcela será contabilizado o número de plantas-matriz (PM), referente às espécies arbóreas plantadas, e o número de plantas não-matriz (PNM), referente às espécies nativas emergentes provenientes da regeneração natural.

Os resultados do programa de recuperação serão avaliados mediante a aplicação da seguinte metodologia:

- Escolha do trecho a ser amostrado dentro da área: reconhecimento das parcelas existentes, definida a área de estudo, delimita-se dentro de cada uma delas, trechos homogêneos em termos fisionômicos e que abarquem situação mediana em termos da vegetação, excluindo-se as situações anômalas e evitando-se os efeitos de borda.

- Tipo de unidade de amostragem: as unidades amostrais serão instaladas de forma permanente, com uso de materiais não perecíveis ou degradáveis. Atenção especial deve ser dada à localização das mesmas, de forma que possam ser facilmente resgatáveis ao longo do tempo a ser monitorado, para tanto sua localização será feita com o uso de GPS.
- Unidades amostrais: para o levantamento fitossociológico será utilizado o método das parcelas, a saber:
 - ❖ Estrato superior (ES): parcela de 10 x 10 m – serão destinadas à amostragem de indivíduos com D.A.P. (diâmetro à altura do peito) $\geq 1,5$ cm.
 - ❖ Estrato inferior: sub parcelas de 1 x 1 m destinadas à amostragem ervas, arbustos, lianas e regeneração natural.

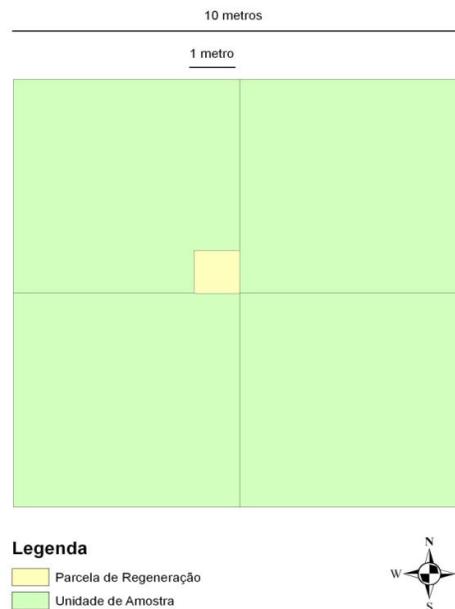


Figura 14.1.1 - Esquema de alocação das unidades de amostra

- Aspecto visual da vegetação: em cada parcela serão considerados como aspectos relevantes:
 - ❖ presença de dossel contínuo ou irregular;
 - ❖ presença de sub-bosque com espécies rasteiras ou herbáceas;
 - ❖ presença de serrapilheira observando-se sua espessura;
 - ❖ presença de espécies arbóreas emergentes (PNM);
 - ❖ mortalidade das plantas matrizes (PM);
 - ❖ presença de clareiras, observando-se dimensão e origem;
 - ❖ alinhamento de indivíduos plantados, observando-se se está ocorrendo regeneração natural entre as linhas.

- Identificação: a identificação das espécies será feita através de comparações com exemplares presentes na coleção da INB e envio de exicatas para herbários.
- Coleta de dados: informações como altura, diâmetro do tronco, circunferência do tronco, dimensões da copa e mortalidade constarão em uma planilha.
- Interpretação dos dados: os parâmetros fitossociológicos de interesse serão obtidos a partir dos dados coletados.
- Fertilidade e conservação do solo: com análises periódicas os solos serão avaliados quanto à fertilidade e conservação, verificando-se a existência de processos erosivos.

14.1.1. Valores de Referência

Os valores de referência para os indicadores escolhidos serão extraídos de áreas pertencentes à INB, que se regeneraram naturalmente por meio de sucessão secundária, e estudos já realizados em ambientes semelhantes.

A área será considerada recuperada quando seus indicadores estiverem em consonância com os valores estipulados como referência.

14.1.2. Planejamento Plurianual

As avaliações serão feitas ao fim do período chuvoso de cada ano durante os cinco primeiros anos após o ano de implantação. A periodicidade e o tempo de monitoramento estão sujeitos a alterações de acordo com os resultados das avaliações. Este planejamento está de acordo com os mais recentes estudos publicados para avaliação de recuperação de áreas mineradas.

Medidas como o enriquecimento da diversidade de espécies vegetais e adubação de cobertura, dentre outras, serão tomadas de acordo com a necessidade relatada pelas análises.

14.2. Monitoramento da Fauna

Anfíbios

Os anfíbios serão registrados através de 5 metodologias básicas: observação direta, os animais serão observados diretamente no campo e determinados sem necessidade de coleta; os animais serão capturados manualmente em habitats com substratos propícios, tais como; brejos, bromeliáceas, folhiço, debaixo de pedras e troncos, em ocos de árvores e dobras de plantas (como por exemplo cactáceas). Os animais após identificação serão liberados; a coleta e preparação das espécies crípticas de difícil determinação serão coletadas e fixadas em formol a 10 % e conservadas em álcool 70 para comparação posterior com coleção seriada e determinação em laboratório; a bioacústica das espécies serão registradas através de gravação e comparadas em laboratório para determinação da espécie.

Répteis

Os répteis serão registrados através de 5 metodologias básicas: observação direta, os animais serão observados diretamente no campo e determinados sem necessidade de coleta. Os animais serão capturados manualmente utilizando-se de luvas, puçás ou gancho em áreas de substrato propício como brejos, bromeliáceas, folhiço, debaixo de pedras e troncos, em ocos de árvores e dobras de plantas (como por exemplo, cactáceas). Os animais após identificação serão liberados; coleta e preparação de espécies crípticas de difícil determinação serão coletadas e fixadas em formol a 10 % e conservadas em álcool 70 para comparação posterior com coleção seriada e determinação em laboratório; capturas com armadilhas serão instaladas em áreas potencialmente produtivas, tais armadilhas serão do tipo pit-fall modificadas. Elaboradas a partir de uma barreira de plástico com recipientes para coleta.

Aves

As aves serão registradas através de 5 metodologias básicas: observação direta; os animais serão observados diretamente no campo com o uso de binóculos e determinados sem necessidade de coleta; captura com mist-net os animais serão capturados utilizando redes de neblina em áreas de sub-bosque denso e também em ecótonos para potencializar a captura pelo efeito borda. Os animais após identificação serão liberados; coleta e preparação de espécies

crípticas de difícil determinação serão coletadas e taxidermizadas sendo retirados sangue e fígado para DNA e conservados em nitrogênio.

O conteúdo estomacal será retirado para identificação de dieta e conservado em álcool 70. As peles preparadas serão comparadas em coleção seriada para determinação em laboratório; bioacústica e play-back como o canto da espécie/específico a voz será utilizada como ferramenta básica de detecção de aves no campo. Os sons não identificados serão gravados e analisados no laboratório de bioacústica para determinação da espécie. Também será utilizada a técnica do play-back tocando-se o canto de uma ave no gravador para obter resposta ou taxa registro indireto, outra fonte de informação importante é o indício de existência das aves, através da coleta de penas, regurgitos, ninhos e partes encontradas em campo, e pesquisa com a população local.

Mamíferos

Pequenos mamíferos não voadores e morcegos

Serão selecionadas áreas de captura, usando-se como critério a representatividade dos diferentes tipos vegetacionais presentes nas localidades alvos: entorno da bacia hidrográfica e da área da barragem (representadas pelas mata ciliar de cerrado, mata alta de encosta, baixão, brejo e lajeiro).

O esforço de captura (número de armadilhas/noite) para os pequenos mamíferos terrestres não voadores será padronizado em 20 armadilhas por trilha, espaçadas em 20 metros, estabelecidas por um período de 10 dias. O número total de armadilhas a serem distribuídas pelas áreas selecionadas será de 200 unidades, totalizando um esforço de 2000 armadilhas /noite em cada viagem de coleta. Serão utilizadas armadilhas do tipo “live trap” dos modelos Sherman e Tomahawk. As armadilhas serão iscadas e checadas diariamente. Os animais capturados serão sacrificados para identificação taxonômica, sexados, verificados quanto ao seu estado reprodutivo. Os vermes presentes no aparelho digestivo serão preservados para estudos parasitológicos.

Alguns roedores deverão ser mantidos vivos para serem utilizados como matrizes reprodutoras para o estabelecimento da colônia em cativeiro.

No caso dos morcegos, deverão ser utilizadas redes de neblina (mist-net), estabelecidas próximas a abrigos e em rotas naturais de deslocamento, como exemplo o leito dos rios e estradas, também será realizada pesquisa de procura intensiva e entrevista à população local.

Mamíferos de médio e grande porte

Serão detectados e monitorados por observação visual, câmera infravermelha para visão noturna, detecção de pegadas, entrevistas à população local e outros indícios de sua presença e variação de abundância.

Entomofauna

Terrestre

Serão realizadas coleções qualitativas no período diurno, por batimento da vegetação com redes de varredura, aérea e guarda-chuva entomológico; Serão montadas duas armadilhas de interceptação do tipo Malaise, em cada estação amostral por um período de 24 horas. Coleções durante o período noturno serão realizadas com o auxílio de armadilhas de luz do tipo Luiz de Queiroz, com lâmpadas U.V. alimentadas por baterias ou geradores portáteis. Com objetivo de captura de insetos muscóides serão utilizadas armadilhas de iscas com carne bovina em decomposição. Todo o procedimento amostral descrito será realizado nas seis áreas anteriormente coletadas, sendo o trabalho realizado em 10 dias de campo. O material coletado será conservado em seco em camadas para montagem e posterior identificação, em laboratório. Quando necessário o material será taxidermizado em campo.

Aquática

Serão realizadas coletas em cursos e outras coleções de água da área de estudo. O levantamento será qualitativo e feito com o auxílio de puçás entomológicos, coletores do tipo Surber e Brundin. O material será fixado e conservado em álcool etílico a 80% e posteriormente triado e identificado em laboratório.

Ictiofauna

Para os procedimentos relacionados à detecção de representantes da ictiofauna serão realizadas varreduras exploratórias pelo interior dos cursos d'água. Os procedimentos de

amostragem compreendem deslocamentos onde são efetuados lances com o auxílio de um puçá de estrutura metálica.

Para à determinação taxonômica das espécies podem ser realizados (quando houver necessidade) a caracterização morfométrica, qualitativa e quantitativa das estruturas dos exemplares e/ou encaminhamento do espécime não identificado a especialistas.

14.2.1. Planejamento Plurianual

As avaliações serão feitas anualmente durante os cinco primeiros anos após o ano de implantação do PRAD. A periodicidade e o tempo de monitoramento estão sujeitos a alterações de acordo com os resultados das avaliações.

15. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

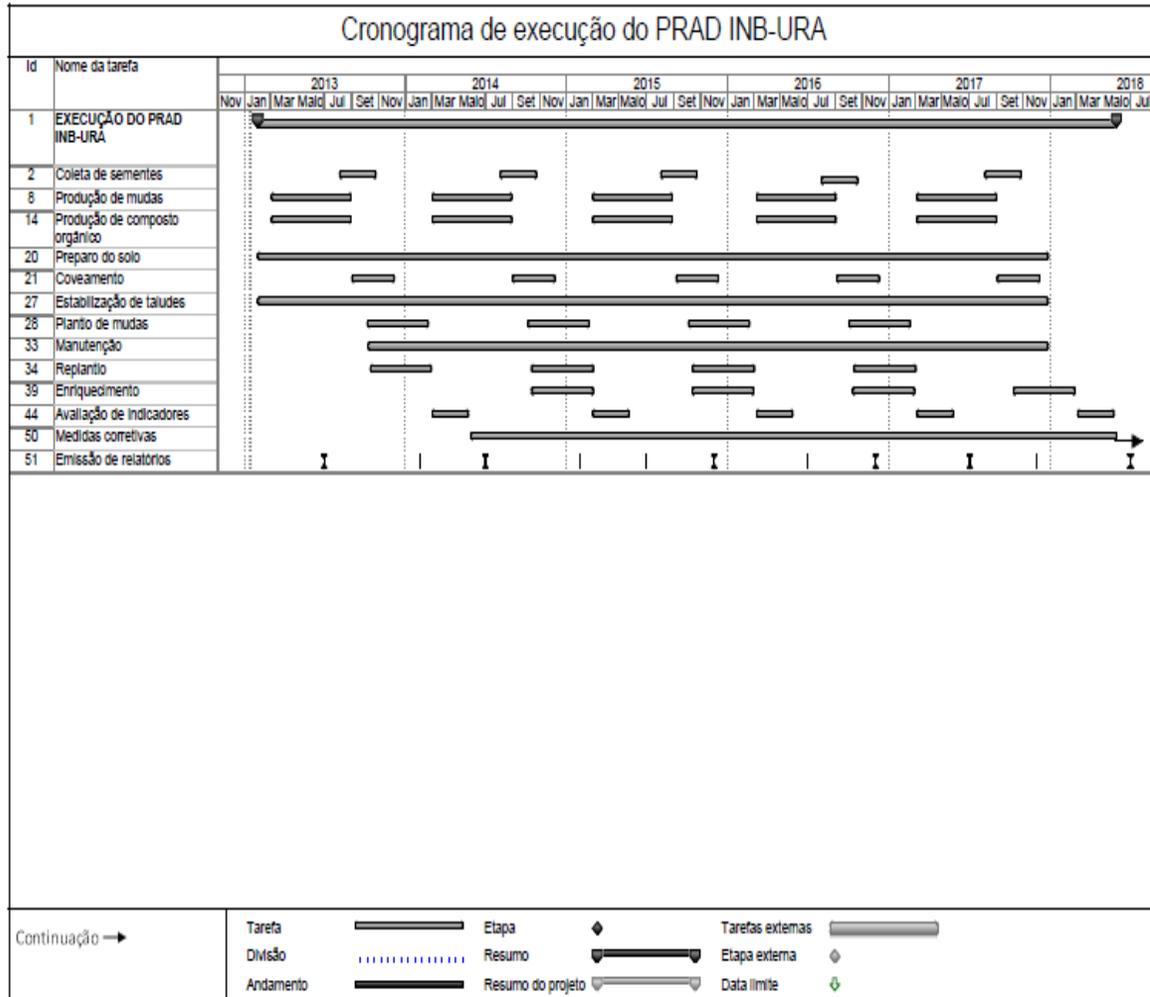


Figura 15.1 – Cronograma de execução do PRAD INB-URA

16. CONCLUSÃO

A mineração é uma atividade causadora de impactos ao meio ambiente, e o recurso mais afetado é o solo, mas além deste, outros recursos são, também, afetados, como a água e a vegetação. Algumas das ações antrópicas não podem ser evitadas, por fazerem parte da natureza da atividade desenvolvida. Porém, ações como a supressão da vegetação podem ser minimizadas através da utilização de técnicas de RAD.

Na URA, a recuperação se dá, por meio do plantio de espécies nativas da região, com atenção especial para as frutíferas que servem de alimento para a fauna silvestre, que retorna ao local. Aliado a esta opção por espécies nativas, estão associadas técnicas de bioengenharia.

A escassez de informações sobre o bioma caatinga faz com que o empirismo seja um determinante na tomada de decisão. Isso, por vezes, contribui para imprimir ritmo mais lento às ações, já que as medidas devem ser adotadas, primeiro, em caráter experimental e depois em campo.

O baixo índice pluviométrico e a distribuição irregular do volume de chuva são empecilhos para o sequenciamento das atividades do PRAD, pois impõe um regime sazonal para o trabalho e, por vezes, retardamento ou comprometimento da eficiência esperada.

Para garantir o sucesso e manutenção das áreas, faixas de servidão são adotadas, que possibilitam o acesso de máquinas e insumos necessários. Procura-se destinar a menor parcela possível da área para este fim. Após o término das atividades as faixas serão monitoradas, com vistas à condução da regeneração natural e controle de possíveis processos erosivos.

O *topsoil* que é usado na recomposição das áreas de empréstimo e depósito de estéril e minério lixiviado, tem um banco de sementes abundante e diversificado, tornando-o essencial para início da revegetação.

A INB dispõe da infraestrutura e dos recursos necessários para a execução deste plano. A equipe de profissionais têm formação diversificada e experiência em monitoramento e recuperação ambiental, sendo que em constante atualização através de participação em cursos e eventos técnico-científicos. Parte dos insumos a serem aplicados tem origem na própria empresa, em função da manutenção de um horto florestal, composto por um viveiro de mudas, minhocário e um herbário em plena operação.

17. REFERÊNCIAS

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

AMBIENTALIS ENGENHARIA LTDA. Monitoramento do meio biótico e qualidade de águas na Unidade de Concentrado de Urânio da INB – Caetité (BA). **Relatório Final**. Chapecó – SC, 2005.

BAHIA. Lei nº 11.478, de 01 de julho de 2009. **Plano Estadual de Adequação e Regularização Ambiental de Imóveis Rurais**. Salvador. 2009.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, Senado, 1998.

BRASIL. Lei nº6.938, de 31 de agosto de 1981. **Dispôs sobre a Política Nacional do Meio Ambiente**. Brasília. 1981.

BRASIL. Lei nº. 12.651, de 25 de maio de 2012. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa**. Brasília. 2012.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA no 237/97**, de 19 de dezembro de 1997. Diário Oficial da União 1997; 19 dez.

Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN. NN-3.01. **Diretrizes básicas de proteção radiológica**. 2005.

Engenharia Projetos e Arquitetura Ltda – DSN. **Estudos complementares ao capítulo III, volume 11, do RFAS da Unidade de Concentrado de Urânio em Caetité**. Parte I: Climatologia e base de dados meteorológicos. 2007.

GEOSERVICE. **Estudo hidrológico Ambiental para caracterização do potencial de contaminação de solos e água na área da Unidade de Concentrado de Urânio em Caetité-Ba**. 2004.

GUTTERMAN, Y. Seed Germination in Desert Plants. **Spring-Verlag**, Berlin, 1993.

INDÚSTRIAS NUCLEARES DO BRASIL – INB. **Pesquisa domiciliar na área de influência da Unidade de Concentrado de Urânio (URA)**. Caetité-Ba. 2009.

INDÚSTRIAS NUCLEARES DO BRASIL – INB. Gerência de águas. Unidade de Concentrado de Urânio de Caetité-Ba. **Relatório final de análise de segurança**, volume 8. 2011.

INDÚSTRIAS NUCLEARES DO BRASIL – INB. Gerência de rejeitos. Unidade de Concentrado de Urânio de Caetité-Ba. **Relatório final de análise de segurança**, volume 7. 2011.

INDÚSTRIAS NUCLEARES DO BRASIL – INB. Impacto ambiental radiológico. Unidade de Concentrado de Urânio de Caetité-Ba. **Relatório final de análise de segurança**, volume 11. 2011.

INDÚSTRIAS NUCLEARES DO BRASIL – INB. Informações gerais. Unidade de Concentrado de Urânio de Caetité-Ba. **Relatório final de análise de segurança**, volume 1. 2011.

INDÚSTRIAS NUCLEARES DO BRASIL – INB. Mina: geologia, lavra e britagem. Unidade de Concentrado de Urânio de Caetité-Ba. **Relatório final de análise de segurança**, volume 3. 2011.

INDÚSTRIAS NUCLEARES DO BRASIL – INB. Usina: Processo. Unidade de Concentrado de Urânio de Caetité-Ba. **Relatório final de análise de segurança**, volume 4. 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo 2010**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>. Acessado em: 04 de janeiro de 2013.

JACOVAC, A. C. C. **O uso do banco de sementes florestal contido no topsoil como estratégia de recuperação de áreas degradadas**. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Universidade de Campinas, Campinas, 2007.

KOPPEN, W. **Das geograpic system der klimate**. Handbuch der Klimatologie. Berlin: Bortraeger, 1938.

LANSAC-TÔHA, F.A., BONECKER, C.C., VELHO, L.F.M., COSTA, C.L., PEREIRA, D.G., ALVES, G.M. & MACHADO, R.A.M. Zooplâncton. In: Agostinho, A.A., Thomaz, S.M. & Nakatani K. (eds.) **A planície de inundação do alto rio Paraná**. Ed. da Universidade Estadual de Maringá, Maringá. p.113-122. 2001.

LEI ORGÂNICA DO MUNICÍPIO DE CAETITÉ. Câmara de Vereadores do Município de Caetité. Sala das Sessões, em 05 de abril de 1990. Disponível em: <http://www.camaracaetite.ba.gov.br/pdf/leiorganica.pdf>. acesso em 19 de fevereiro de 2013.

MARTINS, S. V. **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa: CPT, 70p. 2010.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Recuperação de áreas degradadas**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/florestas/programa-nacional-de-florestas/item/8705-recupera%C3%A7%C3%A3o-de-%C3%A1reas-degradadas>. Data de acesso: 03/12/2012.

PLANEJAMENTO AMBIENTAL E ARQUITETURA – PLANARQ. **Estudo de impacto ambiental (EIA/RIMA) do Complexo Uranífero Minerado-Industrial de Lagoa Real**. Salvador. 1997.

PLANEJAMENTO AMBIENTAL E ARQUITETURA – PLANARQ. **Relatório de local (RdL) da Unidade de Concentrado de Urânio (URA), Volume 2**. Salvador. 2009.

REIS, A., BECHARA, F.C., ESPÍNDOLA, M.B., VIEIRA, N.K., SOUZA, L.L. Restauração de áreas degradadas: a nucleação como base para incrementar os processos sucessionais. **Natureza e Conservação**, v.1, n.1, 2003.

RIBEIRO, A. I. **Mecanização no preparo de solo em áreas degradadas por mineração na floresta nacional do Jamari (Rondônia - BR)**. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

RODRIGUES, R.; GANDOLFI, S. **Conceitos tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares**. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H.R.(Eds.). Matas ciliares: conservação e recuperação. 2 ed. São Paulo, Edusp, 2001. p. 235-247.

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE DE SÃO PAULO. **Monitoramento de áreas em recuperação**. Cadernos da mata ciliar, Workshop sobre monitoramento de áreas em recuperação, São Paulo-SP, n.4, 2011.

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE DE SÃO PAULO. Restauração ecológica: sistemas de nucleação, **Cadernos da mata ciliar**, São Paulo, 2011.

SISTEMA NACIONAL DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DA NATUREZA – SNUC: **Lei nº 9.985**, de 18 de julho de 2000. Brasília: MMA/SBF, 2000. 32 p.

TUCCI, A. & SANT'ANNA, C.L. *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenayya & Subba Raju (Cyanobacteria): variação semanal e relações com fatores ambientais em um reservatório eutrófico, São Paulo, SP, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** 26: 97-112. 2003.

ANEXO I
Arranjo Geral da URA

Anexo II
Diques, Canais e Pit Final dos Corpos I, II e III

Anexo III
Depósito de Estéril e de Minério Lixiviado - Seção dos
Taludes

Anexo IV
IO-URA-LV-11 R02

Anexo V
Cronograma de supressão

Anexo VI
Mapa de supressão de vegetação

Anexo VII
Pontos de Monitoração de Efluentes e Rejeitos - Escala
Mina

Anexo VIII
Localização da Sub-bacia do Riacho das Vacas

Anexo IX
Mapa da Reserva Legal e APPs

Anexo X
Mapa de uso do solo (Área 1)

Anexo XI
Mapa de uso do solo (Área 2)

Anexo XII

ART