

## 8. PLANOS DE CONTROLE E MONITORAMENTO AMBIENTAL

Os programas de controle e monitoramento ambiental objetivam propor soluções para atenuar e/ou compensar os impactos ambientais adversos gerados e/ou previsíveis ao sistema ambiental pelas ações de implantação e operação de um empreendimento considerado poluidor. Os programas se constituem em elemento básico de planejamento e de saneamento ambiental à implantação prevista, bem como de gerenciamento ambiental durante a fase de operação. A adoção das medidas propostas para o controle e monitoramento ambiental visando à mitigação ou absorção dos impactos adversos e aproveitamento dos impactos benéficos é de suma importância, para a busca da sustentabilidade ambiental, tendo em conta que a não incorporação destes poderá resultar em sérios danos ao meio natural.

O Plano de Controle e monitoramento Ambiental proposto para o empreendimento de Criatório de Camarão, contém medidas de controle e monitoramento ambiental, a serem adotados durante a fase de operação. O Plano de Controle e Monitoramento Ambiental proposto para o empreendimento inclui as medidas mitigadoras propostas no capítulo anterior, bem como planos específicos de controle e monitoramento ambiental, visando proteger o trabalhador e gerar segurança no ambiente de trabalho, oferecer boas condições de infra-estrutura física e, sobretudo, garantir a preservação dos recursos naturais, propondo a adoção de medidas de controle a serem adotadas em caráter permanente para monitoramento dos recursos hídricos, conforme a legislação em vigor, no sentido de obter um ambiente saudável, ao longo de um período de tempo permanente.

Os planos de controle e monitoramento propostos em conformidade com a legislação ambiental vigente são:

- Plano de Proteção do Trabalhador e Segurança Ambiente de Trabalho;
- Plano de Monitoramento da Qualidade da Água do corpo receptor;
- Plano de Recuperação de áreas Degradadas;
- Programa de Educação Ambiental;

- Plano de Monitoramento da Qualidade do Solo;
- Plano de Monitoramento do Nível de Ruídos e Vibrações.

Todos os programas são de responsabilidade executiva do empreendedor, que deverá adaptá-las à sua realidade funcional e providenciar a confecção de cada plano executivo dos programas aqui propostos, uma vez que os textos que compreendem os planos e programas apresentam de uma forma genérica, sem as devidas quantificações e cronogramas de execução necessária à realização de cada ação proposta. Ressalta-se que os planos e programas devem ser considerados como parte das rotinas gerenciais da empresa, contando com profissionais habilitados e experientes para executá-las, e os custos de implantação e operação (controle e monitoramento ambiental) devem ser contabilizados como passivos ambientais da empresa, que devem representar um ganho na competitividade, produtividade e na imagem verde, facilitando a aberturas de novas rotas comerciais no Exterior.

## 8.1 PLANO DE PROTEÇÃO AO TRABALHADOR E SEGURANÇA DO AMBIENTE DE TRABALHO

Durante a operação do empreendimento os riscos de acidentes com os operários são consideráveis requerendo a adoção de regras rigorosas de segurança no trabalho, esclarecendo-os sobre os riscos a que estão sujeitos e estimulando o interesse destes pelas questões de prevenção de acidentes. Tal medida visa evitar não só prejuízos econômicos, como também a perda de vidas humanas. Entre os cuidados a serem seguidos com relação à segurança podem-se citar os seguintes:

- I. Realização de palestras ilustrativas, visando educar e orientar os operários a seguirem regras;
- II. Munir os operários de ferramentas e equipamentos apropriados a cada tipo de serviço, os quais devem estar em perfeitas condições de manutenção de acordo com as recomendações dos fabricantes;

- III. Dotar os operários de proteção apropriada: capacetes, óculos, luvas, botas, capas, abafadores de ruídos, máscaras, etc., e tornar obrigatório o seu uso;
- IV. Instruir os trabalhadores a não deixarem ferramentas ou equipamentos em lugares ou posições inconvenientes;
- V. Zelar pela correta maneira de transportar materiais e ferramentas;
- VI. Zelar pela correta manutenção do maquinário, implementos e equipamentos utilizados no processo produtivo;
- VII. Armazenar adequadamente os diversos produtos químicos em pregados na produção;
- VIII. Cercar as valas sempre que a situação local de trânsito de veículos exija;
- IX. Colocar placas e cavaletes de aviso com o fim de evitar acidentes com veículos;
- X. Estabelecimento de sinalizações indicativas nas vias de serviços, na estrada de acesso à área do empreendimento.

O empreendedor, responsável pela implementação da presente medida, deve manter os operários sempre vacinados contra doenças infecciosas, tais como tétano e febre tifóide. E alertá-los para após o serviço efetuar a higiene pessoal com água e sabão em abundância, principalmente aqueles que lidam diretamente com a aplicação de defensivos agrícolas. Deve, também, executar um controle médico na admissão dos trabalhadores como forma de controlar a importação de doenças infecto-contagiosa de outras regiões e promover treinamento sobre o uso e manuseio de defensivos agrícolas e maquinário pesado como tratores, entre outros equipamentos.

Visando atender esse propósito, o projeto deverá dispor de um Serviço Especializado de Prevenção de Acidentes de Trabalho Rural (SEPATR) que tem como base o disposto na Lei Nº 6.514, de 22 de dezembro de 1978, que trata das Normas Regulamentadoras (NR) aprovadas pela Portaria Nº 3.214, de 08 de junho de 1978. A equipe do SEPATR é composta por um médico, um enfermeiro e dois técnicos de

segurança no trabalho, profissionais responsáveis pelo treinamento dos funcionários contratados para executar qualquer atividade na fazenda Volta.

O plano de proteção ao trabalhador, e a segurança do ambiente de trabalho, envolve tanto a fase de implantação como a fase de operação do empreendimento. Para as obras previstas, esse plano estabelece que sejam realizadas pelo próprio empreendedor ou por terceiros contratados para a edificação total ou parcial das mesmas, sendo essencial o seu cumprimento por qualquer empresa envolvida; para tanto, recomenda-se que no caso da contratação de serviços de terceiros para a execução de obras ou parte de obras, esses empreiteiros tenham cópia deste plano e se obriguem a cumpri-lo, sob supervisão do empreendedor, que será o responsável pelo cumprimento das medidas e normas de segurança e saúde do trabalhador.

O plano proposto corresponde basicamente às ações que serão desenvolvidas na fase de implantação e operação do empreendimento, relativas em primeiro momento às obras civis, como: instalação do canteiro de obras, limpeza do terreno, escavações, movimentações de terras e materiais e equipamentos, terraplanagem, edificações de diques, rede elétrica e obras auxiliares.

As principais normas de segurança do trabalho que envolve as etapas do empreendimento estão contidas na Lei Nº 6.514, de 22 de dezembro de 1977, nas Normas regulamentadoras (NR) aprovadas pela Portaria Nº 3.214, de 08 de junho de 1978, nas Normas regulamentadoras Rurais (NRR) aprovadas pela Portaria Nº 3.067, de 12 de abril de 1988.

As normas regulamentadora são na verdade o detalhamento específico das Leis, descendo a detalhes sobre a conceituação dos termos empregados, dimensionando espaços, e fazendo com que o entendimento da legislação possa ser efetivamente acessível e cumprido por todos. Esta Norma Regulamentadora específica, estabelece diretrizes de ordem administrativa, de planejamento, e de organização, que objetivam a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos de segurança nos processos, nas condições e no meio ambiente de trabalho na Indústria da Construção.

Consideram-se atividades da Indústria da Construção as constantes do



Quadro I, Código da Atividade Específica, da NR 4 – Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho. Pela análise completa da norma, se poderá concluir sobre sua essencialidade que diz: é vedado o ingresso ou a permanência de trabalhadores no canteiro de obras, sem que estejam assegurados pelas medidas previstas nesta NR e compatíveis com a fase da obra. Deste modo, tanto os trabalhadores, quanto visitantes, deverão seguir rigorosamente as normas para ingressar no ambiente de trabalho, e tanto a construtora, quanto seus fornecedores, que constantemente tem que dirigir-se ao espaço da obra, deverão cumprir e fazer cumprir tal regulamento, sob a constante supervisão do EMPREENDEDOR, através de sua responsabilidade pelo empreendimento. Certamente que o cumprimento dessa norma, não desobriga os empregadores do cumprimento das disposições relativas às condições e meio ambiente de trabalho, determinadas nas legislações federais, estaduais e/ou municipal, ou ainda em outras estabelecidas em negociações coletivas de trabalho.

Em relação à legislação, o início da obra deverá ser comunicado à Delegacia Regional do Trabalho, contando ainda com as seguintes informações:

- Endereço correto da obra;
- Endereço correto e qualificado (CEI, CGC ou CPF) do contratante, empregador ou condomínio;
- Tipo de obra;
- Datas previstas do início e conclusão da obra;
- Número máximo previsto de trabalhadores na obra.

Na norma, consta também o Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção – PCMAT, que estabelece a obrigatoriedade na elaboração e cumprimento do PCMAT nos estabelecimentos com 20 (vinte) trabalhadores ou mais.

Dentre os pontos principais do programa destacam-se que os canteiros de obras devem dispor de: instalações sanitárias; vestiário; alojamento; local de refeições;

cozinha, quando houver preparo de refeições; lavanderia; área de lazer; ambulatório, quando se tratar de frentes de trabalho com 50 (cinquenta) ou mais trabalhadores. Dentre as definições de cada item, que estão também contemplados na norma, pode-se citar como exemplo que:

*“Entende-se como instalação sanitária o local destinado ao asseio corporal e/ou ao entendimento das necessidades fisiológicas de excreção”.*

Assim, cada item está devidamente definido, restando poucas alternativas para não implementá-lo. E outras definições de características também constam na norma, como as determinações específicas das instalações sanitárias que devem ser constituídas de lavatório, vaso sanitário e mictório, na proporção de 01 (um) conjunto para cada grupo de 20 (vinte) trabalhadores ou fração, bem como de chuveiro, na proporção de 01 (um) unidade para cada grupo de 9 (nove) trabalhadores ou fração, e ainda demarcar-se:

- Ser mantidas em perfeito estado de conservação e higiene;
- Ter portas de acesso que impeçam o devassamento;
- Ser constituídas de modo a manter o resguardo conveniente;
- Ter paredes de material resistente e lavável, podendo ser de madeira;
- Ter pisos impermeáveis, laváveis e de acabamento antiderrapante;
- Não se ligar diretamente com os locais destinados às refeições;
- Ser independente para homens e mulheres, quando necessário;
- Ter ventilação e iluminação adequadas;
- Ter instalações elétricas adequadamente protegidas;
- Ter pé-direito mínimo de 2,50 (dois metros e cinquenta centímetros), ou respeitando-se o que determina o Código de Obras do Município do posto de trabalho aos gabinetes, sanitários, mictórios e lavatórios.

A norma, também reporta que todos os empregados devem receber treinamentos admissional e periódico, visando a garantir a execução de suas atividades com segurança.

Relacionados a seguir há ainda vários outros itens específicos, discriminados, conforme o envolvimento com a obra de ampliação do EMPREENDIMENTO.

## 8.2. COMISSÃO INTERNA DE PREVENÇÃO DE ACIDENTES

- A Comissão Interna de Prevenção de Acidentes – CIPA, nas Empresas da Indústria da Construção, deverá ser criada na empresa que possuir na mesma cidade 01 (um) ou mais canteiros de obra ou frentes de trabalho, com menos de 70 (setenta) empregados, na forma de uma CIPA centralizada.
- A CIPA centralizada será composta de representantes do empregador e dos empregados, devendo ter pelo menos 01 (um) suplente, por grupo de até 50 (cinquenta) empregados em cada canteiro de obra ou frente de trabalho, respeitando-se a paridade prevista na NR 5.
- A empresa que possuir 01 (um) ou mais canteiros de obra ou frente de trabalho com 70 (setenta) ou mais empregados em cada estabelecimento, fica obrigada a organizar CIPA por estabelecimento.

### ☒ **Escavações**

- Devem ser realizadas em área de trabalho previamente limpa, devendo ser retirados ou escorados solidamente árvores, rochas, equipamentos, materiais e objetos de qualquer natureza;
- Quando houver risco de comprometimento de sua estabilidade durante a execução de serviços, os muros e edificações vizinhas e todas as estruturas que possam se afetadas pela escavação devem ser escoradas;
- Os serviços de escavações e fundações devem ter responsável técnico legalmente habilitado, e

➤ Especificamente, os taludes instáveis das escavações com profundidade superior a 1,25m (um metro e vinte e cinco centímetros) devem ter sua estabilidade garantida por meio de estruturas dimensionadas para este fim.

## ☒ **Alvenaria, Revestimento e Acabamentos**

➤ Devem ser utilizadas técnicas que garantam a estabilidade das paredes de alvenaria da periferia;

➤ Os quadros fixos de tomadas energizadas devem ser protegidos sempre que no local forem executados serviços de revestimento e acabamento.

## ☒ **Instalações Elétricas**

➤ A execução e manutenção das instalações elétricas devem ser realizadas por trabalhador qualificado e a supervisão por profissional legalmente habilitado;

➤ Somente podem ser realizados serviços nas instalações quando o circuito elétrico não estiver energizado;

➤ É proibida a existência de partes vivas expostas de circuito e equipamentos elétricos.

➤ As emendas e derivações dos condutores devem ser executadas de modo que assegurem a resistência mecânica e contato elétrico adequado;

➤ Os condutores devem ter isolamento adequado, não sendo permitido obstruir a circulação de materiais e pessoas;

➤ Os circuitos elétricos devem ser protegidos contra impactos mecânicos, umidade e agentes corrosivos;

➤ Sempre que a fiação de um circuito provisório se tornar inoperante ou dispensável deve ser retirada pelo eletricista responsável;

➤ As chaves blindadas devem ser convenientemente protegidas de intempéries e instaladas em posição que impeça o fechamento acidental do circuito.



- Os porta-fusíveis não devem ficar sob tensão quando as chaves blindadas estiverem n aposição aberta;
- As chaves blindadas somente devem ser utilizadas para circuitos de distribuição, sendo proibido o seu uso como dispositivo de partida e parada de máquinas.

As instalações elétricas provisórias de um canteiro de obras devem ser constituídas de:

- I. Chave geral do tipo blindada de acordo com a aprovação da concessionária local, localizada no quadro principal de distribuição;
- II. Chave individual para cada circuito de derivação;
- III. Chave faca blindada em quadro de tomadas;
- IV. Chaves magnéticas e disjuntores, para os equipamentos.

#### ☒ **Máquinas, Equipamentos e Ferramentas Diversas**

- A operação de máquinas e equipamentos que exponham o operador ou terceiros a riscos só pode ser feita por trabalhador qualificado e identificado por crachá;
- Devem ser protegidas todas as partes móveis dos motores, transmissões e partes perigosas das máquinas ao alcance dos trabalhadores;
- As máquinas e os equipamentos que ofereçam risco de ruptura de suas partes móveis, projeção de peças ou partículas de materiais devem ser providos de proteção adequada;
- As máquinas e equipamentos de grande porte devem proteger adequadamente o operador contra a incidência de raios solares e intempéries.

## ☒ **Equipamentos de Proteção Individual**

A empresa é obrigada a fornecer aos trabalhadores, gratuitamente, EPI adequado ao risco e em perfeito estado de conservação e funcionamento, consoante as disposições contidas na NR 6 – Equipamentos de Proteção Individual.

## ☒ **Armazenagem e Estocagem de Materiais**

As pilhas de materiais, a granel ou embalados, devem ter forma e altura que garantam a sua estabilidade e facilitem o seu manuseio.

## ☒ **Sinalização de Segurança**

O canteiro de obras deve ser sinalizado com o objetivo de:

- Identificar os locais de apoio que compõem o canteiro de obras;
- Identificar as saídas por meio de dizeres ou setas;
- Manter comunicação através de avisos, cartazes ou similares;
- Advertir contra perigo de contato ou acionamento acidental com partes móveis das máquinas e equipamentos;
- Alertar quanto à obrigatoriedade o uso de EPI, específico para atividade executada, com a devida sinalização e advertências próximas ao posto de trabalho;
- Alerta quanto ao isolamento das áreas de transporte e circulação de materiais;
- Identificar locais com substâncias tóxicas, corrosivas, inflamáveis e explosivas.

#### ☒ **Ordem e Limpeza**

- O canteiro de obras deve apresentar-se organizado, limpo e desimpedido, notadamente nas vias de circulação e passagem;
- O entulho e quaisquer obras de materiais devem ser regularmente coletados e removidos;
- Por ocasião de sua remoção, devem ser tomados cuidados especiais de forma a evitar poeira excessiva e eventuais riscos.

#### ☒ **Acidentes**

O empregador deve realizar ficha de Acidente do Trabalho, para fins de fiscalização do órgão regional competente do Ministério do Trabalho – MTb.

Em caso de ocorrência, de acidental fatal, é obrigatória a adoção das seguintes medidas:

- Comunicar o acidente fatal, de imediato, à autoridade policial competente e ao órgão regional do Ministério do Trabalho, que repassará imediatamente ao sindicato da categoria profissional do local da obra; e
- Isolar o local diretamente relacionado ao acidente, mantendo suas características até liberação pela autoridade policial competente e pelo órgão regional do Ministério do Trabalho.

### 8.3. PLANO DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA

#### 8.3.1. Introdução

O monitoramento da qualidade dos recursos hídricos da área de influência funcional da Estivas Aquicultura Ltda tem como objetivo fazer o controle da qualidade das águas superficiais e subterrânea através de análises físico-químicas das amostras

coletadas na área de entorno mais próximo do empreendimento, no sentido de obter parâmetros para avaliar as alterações no padrão de qualidade da água, em consequência da implantação e operação do empreendimento, uma vez que parte dos efluentes tratados poderá ser lançada na rede de drenagem local.

A análise global dos resultados dos ensaios físico-químicos através do monitoramento e permitirá a avaliação da eficácia das técnicas utilizadas no programa de controle e monitoramento técnico e ambiental a ser adotado pela Estivas Aquicultura Ltda., o que minimizará as adversidades possíveis de serem geradas à qualidade das águas, bem como maximizará os benefícios aos componentes ambientais, principalmente a biota dos corpos receptores e a qualidade de vida das populações do entorno do empreendimento, que poderão vir a utilizar desse recurso natural.

O monitoramento da qualidade da água será de grande relevância para a aplicação e desenvolvimento de outros planos de controle e monitoramento ambiental, entre os quais se destacam: (i) o monitoramento da qualidade do solo.

Considerando-se o uso e ocupação da área, é de fundamental relevância o controle sistemático da qualidade da água, como forma de garantir a plena manutenção da qualidade ambiental das áreas de entorno dos corpos receptores.

A área de influencia direta do empreendimento possui drenagem natural, entretanto, no seu entorno próximo identificam-se pequenos riachos que são tributários do Rio Coreaú.

Um programa de controle da qualidade das águas efluentes se faz necessário mesmo que as águas de despesca não sejam dirigidas diretamente à rede de drenagem local, depois de armazenados temporariamente nos viveiros enquanto se dá a engorda do camarão em criatório, pois durante esse período podem ser adicionadas grandes quantidades de rações, e outros compostos, como uréia, hipoclorito de sódio, ácido muriático, fosfato, adubo orgânico, e já mesmo antes da engorda, há uma fase preparatória dos reservatórios onde podem ser inseridos grandes volumes de calcários; tudo isso levando a risco de contaminação das águas superficiais, através de percolações pelo subsolo, já que as trocas entre as águas



superficiais e subterrâneas serão constantes, considerando a elevação do nível freáticos em períodos equivalentes às variações das marés.

O controle de qualidade deverá ser exercido no sentido de comparar a qualidade das águas ao adentrar e sair dos viveiros da Estivas Aquicultura Ltda., visando corrigir distorções de qualidade que somente poderia haver durante o processo de cria.

O monitoramento tem como objetivo fazer o controle da qualidade das águas superficiais através de análises físico-químicas das amostras coletadas na área do empreendimento, no sentido de obter parâmetros para avaliar as alterações no padrão de qualidade da água, gerado com a implantação e operação do empreendimento.

A análise global dos resultados dos ensaios físico-químicos pelo monitoramento minimizará as adversidades possíveis de serem geradas à qualidade das águas, bem como maximizará os benefícios, não só aos componentes ambientais, mas também a operacionalização do empreendimento no que se refere ao uso da água, já que partes dessas podem vir a ser utilizadas novamente, pelo movimento circulatório das águas no estuário do rio Coreaú.

### **8.3.2. Procedimentos**

Antes da implementação do monitoramento recomenda-se a realização de um diagnóstico, em que deverão ser estabelecidas as características das águas superficiais do rio Coreaú. Este diagnóstico deverá estabelecer os parâmetros qualitativos que caracterizam a situação atual, que poderá vir a ser modificada pela operação do empreendimento.

Os procedimentos de amostragem em campo devem ser determinados de acordo com recomendações do laboratório que realizar a análise, sendo ressaltado que a Resolução 357/2005 do CONAMA delimita em seu artigo 21º as condições de amostragem.

.De toda forma, a gerência ambiental deverá manter registros de todas as informações de campo, preenchendo uma ficha de coleta por amostra, ou conjunto de

amostras da mesma característica, contendo os seguintes dados: número de identificação da amostra; identificação do ponto de amostragem e sua localização (profundidade); data e hora da coleta; tipo de amostra; medida de campo (temperatura, pH, condutividade, etc.); eventuais observações de campo; condições meteorológicas nas últimas 24 horas; indicação dos parâmetros a serem analisados no laboratório; nome do responsável pela coleta; e equipamento utilizado.

### 8.3.3. Parâmetros de Amostragem

Dados os usos previstos pelo projeto, com distribuição de água advinda do rio Coreaú, e considerando-se que essas águas locais são destinadas a comunidades aquáticas e balneabilidade, fica adotado como referência para o padrão de qualidade da água bruta a Resolução CONAMA n.º 357/2005, sendo que todas as análises a serem realizadas deverão envolver os elementos e compostos descritos naquela Resolução, citada aqui em seu artigo 21 que trata das águas salobras da classe 1.

Art. 21 – As águas salobras de classe 1 observarão as seguintes condições e padrões:

I – condições de qualidade da água:

- a) não verificação de efeito tóxico crônico a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido;
- b) carbono orgânico total: até 3 mg/L, com C;
- c) OD, em qualquer amostra: não inferior a 5 mg/ L O<sub>2</sub>;
- d) pH: 6,5 a 8,5;
- e) óleos e graxas: virtualmente ausentes;
- f) materiais flutuantes: virtualmente ausentes;
- g) substâncias que produzem cor, odor e turbidez: virtualmente ausentes;
- h) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes; e

i) coliformes termotolerantes: para o uso de recreação de contato primário deverá ser obedecida a Resolução CONAMA n° 274, de 2000. Para o cultivo de moluscos bivalves destinados à alimentação humana, a média geométrica da densidade de coliformes termotolerantes, de um mínimo de 15 amostras coletadas no mesmo local, não deverá exceder 43 por 100 mililitros, e o percentil 90% não deverá ultrapassar 88 coliformes termotolerantes por 100 mililitros. Esses índices deverão ser mantidos em monitoramento anual com um mínimo de 5 amostras. Para a irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvem rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película, bem como para irrigação de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto, não deverá ser excedido o valor de 200 coliformes termotolerantes por 100mL. Para os demais usos não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A *E. Coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente.

## II – Padrões de qualidade de água:

**Tabela 8.1-** Padrões de qualidade de águas salobras

<b>TABELA VII – CLASSE 1 – ÁGUAS SALOBRAS</b>	
<b>PADRÕES</b>	
<b>Parâmetros inorgânicos</b>	<b>Valor máximo</b>
Alumínio dissolvido	0,1 mg/L Al
Arsênio total	0,01 mg/L As
Berílio total	5,3 µg/L Be
Boro	0,5 mg/L B
Cádmio total	0,005 mg/L Cd
Chumbo total	0,01 mg/L Pb
Cianeto livre	0,001 mg/L CN
Cloro residual total (combinado + livre)	0,01 mg/L Cl
Cobre dissolvido	0,005 mg/L Cu
Cromo total	0,05 mg/L Cr
Ferro dissolvido	0,3 mg/L Fe
Fluoreto total	1,4 mg/L F
Fósforo total	0,124 mg/L P
Manganês total	0,1 mg/L Mn
Mercúrio total	0,0002 mg/L Hg
Níquel total	0,025 mg/L Ni
Nitrato	0,40 mg/L N
Nitrito	0,07 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	0,40 mg/L N
Polifosfatos (determinado pela diferença entre fósforo ácido hidrolisável total e fósforo reativo total)	0,062 mg/L P
Prata total	0,005 mg/L Ag
Selênio total	0,01 mg/L Se



Sulfetos (como H <sub>2</sub> S não dissociado)	0, 002 mg/L S
Zinco total	0,09 mg/L Zn
Parâmetros orgânicos	Valor máximo
Aldrin + dieldrin	0, 0019 µg/L
Benzeno	700 µg/L
Carbaril	0,32 µg/L
Clordano (cis + trans)	0, 004 µg/L
2,4 – D	10,0 µg/L
DDT (p,p'DDT + p,p'DDE+ p,p'DDD)	0, 001 µg/L
Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	0,1 µg/L
Dodecacloro pentaciclodecano	0, 001 µg/L
Endrin	0, 004 µg/L
Endossulfan (α + β + sulfato) <sup>75</sup>	0,01 µg/L
Etilbenzeno	25,0 µg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4 – aminoantipirina)	0, 003 mg/L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH
Gution	0,01 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacoloro	0, 001 µg/L
Lindano (γ – HCH) <sup>76</sup>	0, 004 µg/L
Melation	0,1 µg/L
Metoxicloro	0,03 µg/L
Monoclorobenzeno	25 µg/L
Paration	0,04 µg/L
Pentaclorofenol	7,9 µg/L
PCBs – Bifenilas Policloradas	0,03 µg/L
Substâncias tensoativas que reagem com azul de metileno	0,2 LAS
2,4,5 – T	10,0 µg/L
Tolueno	215 µg/L
Toxafeno	0, 0002 µ/L

2,4,5 – TP	10,0 µg/L
Tributilestanho	0 010 µg/L TBT
Triclorobenzeno (1,2,3 – TCB + 1,2,4 – TCB)	80,0 µg/L

III – Nas águas salobras onde ocorrer pesca ou cultivo de organismos, para fins de consumo intensivo, além dos padrões estabelecidos no inciso II desse artigo, aplicam-se os seguintes padrões em substituição ou adicionalmente:

**Tabela 8.2-** Padrões para corpos de água onde haja pesca ou cultivo de organismos para fins de consumo intensivo.

<b>TABELA VIII – CLASSE 1 – ÁGUAS SALOBRAS</b>	
<b>PADRÕES para corpos de água onde haja pesca ou cultivo de organismos para fins de consumo intensivo</b>	
<b>Parâmetros inorgânicos</b>	<b>Valor máximo</b>
Arsênio total	0,14 µg/L As
Parâmetros orgânicos	Valor máximo
Benzeno	51 µg/L
Benzidina	0,0002 µg/L
Benzo (a) antraceno	0,018 µg/L
Benzo (a) pireno	0,018 µg/L
Benzo (b) fluoranteno	0,018 µg/L
Benzo (k) fluoranteno	0,018 µg/L
2 – Clorofenol	150 µg/L
Criseno	0,018 µg/L
Dibenzo (a,h) antraceno	0,018 µg/L
2,4 – Diclorofenol	290 µg/L
1,1 – Dicloroetano	3,0 µg/L
1,2 - Dicloroetano	37,0 µg/L
3,3 - Diclorobenzidina	0,028 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,000039 µg/L

Hexaclorobenzeno	0,00029 µg/L
Indeno (1,2,3-cd) pireno	0,018 µg/L
Pentacolorofenol	3,0 µg/L
PCBs – Bifenilas Policloradas	0,000064 µg/L
Tetracloroetano	3,3 µg/L
Tricloroetano	30 µg/L
2,4,6 - Triclorofenol	2,4 µg/L

#### 8.3.4. Pontos de Amostragem

Deverão ser colhidas amostras em dois pontos: um no canal de aproximação, representando a qualidade das águas afluentes, e um no canal de despesca, representando a qualidade das águas efluentes.

#### 8.3.5. Frequência de Amostragem

Para os parâmetros citados na Resolução CONAMA, recomenda-se pelo menos duas amostragens anuais, durante toda a vida útil do empreendimento.

#### 8.3.6. Controle do Monitoramento

Os resultados obtidos devem ser arquivados e encaminhados a SEMACE, quando da renovação das licenças ambientais.

Conjuntamente a esses resultados devem ser enviados os dados colhidos durante a amostragem regular na empresa, que serão realizados diariamente, incluindo os parâmetros de interesse do criatório e sempre que houverem despescas os parâmetros selecionados de: pH; nitrogênio; fósforo; nitrito; nitrato; amônia; salinidade; temperatura e DBO, devendo ser mantida pelo menos duas amostragens que envolvam marés enchentes e vazantes.

### **8.3.7. Programa de Educação Ambiental**

A questão ambiental está na ordem do dia, e ao se desnudar de fantasias idealistas, se vê que o desenvolvimento é uma necessidade, e o que se deve ter como prioritário e fundamental, dentro da esfera da preocupação com a problemática ambiental, é o uso racional dos recursos naturais, visto que, essas duas categorias se coadunam e co-evoluem. Para o grupo de trabalho em educação ambiental do Ministério do Meio Ambiente, *“A educação ambiental, enquanto processo participativo é identificada como o instrumento de revisão dos conceitos sobre o mundo e a vida em sociedade, conduzindo o ser humano e a coletividade na construção de novos valores sociais, na aquisição de conhecimentos, atitudes, competências e habilidades para a conquista e a manutenção do direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado”*.

Desta forma o programa justifica-se no sentido de interagir o empreendimento, sua direção e seus funcionários, os moradores da localidade de Privat no município de Granja-Ce, sendo também um importante passo preparatório para a atividade empresarial, uma vez que aponta para caminhos próximos das normas ISO – 14.000, que serão uma necessidade cada vez maior para empresas que busquem comercializar seus produtos no exterior. Certamente, a educação é a melhor maneira de atingir esses objetivos, e sua parcela ambiental se encaixará como definitiva, envolvendo as relações “homem X meio ambiente”, e melhorando também as relações “homem X homem”.

Pela particularidade do ambiente da planície flúvio-marinha em que se instalará o empreendimento e pela dimensão das obras, é mister toda uma preocupação com a educação ambiental, seja em sua fase de implantação, seja na operacionalização. Neste sentido, o projeto se dividirá em duas partes distintas e complementares entre si; uma voltada para os operários, no canteiro de obras e durante a construção, e outra para o público e funcionários, durante o funcionamento.

A primeira parte do projeto se referirá à fase de construção física do empreendimento, visto que, mesmo o número de operários, envolvidos direta e indiretamente, não sendo significativo, o grau de mecanização é elevado, fazendo com



que os efeitos de um trabalhador com esses equipamentos sejam muito sensíveis ao meio, e certamente eles necessitarão de orientações e informações, tanto no que diz respeito ao meio ora em modificação, como cuidados preventivos de acidentes; a segunda parte será direcionada para a operacionalização, voltada, então para a preservação do ambiente de entorno ao criatório; e conservação do ambiente interno. Nas duas concepções, o programa de educação ambiental enfocará a divulgação e aplicação dos conceitos de preservação, conservação e controle ambiental, com vistas à melhoria da qualidade de vida, os quais podem ser repassados nas relações sociais e familiares, bem como no ensino formal e informal e principalmente durante a qualificação de profissionais para as diversas atividades ligadas ao uso do sistema.

A maneira mais recomendável de proceder para efetivação do programa seria manter um profissional com essa missão nos quadros da empresa, em subordinação à gerência ambiental; no entanto, outras formas menos onerosas, como a contratação de serviços de terceiros, para implantação e acompanhamento do programa, também são possíveis. De qualquer forma, um programa de educação ambiental deverá manter-se permanente na empresa, pois um objetivo fundamental da educação ambiental é lograr que os indivíduos e a coletividade compreendam a natureza complexa do meio ambiente natural e do meio ambiente criado pelo homem, resultante da integração de seus aspectos biológicos, físicos, sociais, econômicos e culturais, e adquiram os conhecimentos, os valores, os comportamentos e a habilidades práticas para participar responsável e eficazmente da prevenção e solução dos problemas ambientais, e da gestão da questão da qualidade do meio ambiente. O propósito fundamental da educação ambiental é também mostrar, com toda clareza, as interdependências econômicas, políticas e ecológicas do mundo moderno, no qual as decisões e comportamentos de algumas empresas podem ter conseqüências de alcance internacional. Neste sentido, a educação ambiental deveria contribuir para o desenvolvimento de um espírito de responsabilidade e de solidariedade entre todos, o que garantiria a conservação e a melhoria do meio ambiente.

### 8.3.8. Procedimentos

A Estivas Aquicultura Ltda., deverá definir a forma de aplicação do programa, se direta, por meio de contratação de um técnico responsável, sendo esse sugerido como um Técnico de Nível Superior com experiência comprovada na área de educação e meio ambiente; ou se contratará uma empresa especializada. Este investimento deverá ser contínuo e permanente.

Definidos os critérios de implantação, deverá então ser gerado o programa. Um programa mínimo de educação ambiental para a fase de implantação e operação deverá contar com:

- Levantamento do nível educacional do público alvo.

Com base no levantamento, deverá ser realizada implantação de cartazes e placas educativas, abordando temas ambientais, de higiene e de segurança, distribuídas no empreendimento, sempre à vista dos trabalhadores, devendo ser estas, escritas com caligrafia legível e acompanhadas de desenho sugestivo, contemplando os que tenham dificuldades com a leitura.

- Orientações individuais ou coletivas, abordando noções básicas de higiene e saúde.
- Criação, reprodução e distribuição de cartilha, sobre segurança do trabalho.
- Palestras e debates, com base na cartilha, em que se avaliará o nível de entendimento dos participantes. As palestras deverão empregar uma linguagem acessível ao seu público.
- Exposições áudio-visuais sobre temas ambientais, como:
  - Erosão;
  - Interferência do homem sobre o meio ambiente;
  - Lixo;

- Relações entre fauna e flora;
- Formas de degradação ambiental;
- Custos de recuperação de áreas degradadas;
- E outros a serem apontados pela equipe de trabalho.

## 8.4. PLANO DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO SOLO

### 8.4.1. Considerações

O monitoramento da qualidade do solo deverá ser feito tendo em vista que este parâmetro poderá sofrer alteração na sua composição química e mineralógica, tanto por via direta, através da disposição de produtos químicos sobre o solo (insumos e efluente), como por via indireta, através de precipitações de substâncias lavadas.

É importante lembrar que, qualquer alteração nos padrões de qualidade do ambiente que gere descaracterização de um ou mais componente ambiental, reflete em uma cadeia de efeitos desestabilizadores das condições naturais, pois a degradação do meio físico gera degradação do meio biológico, sendo que os resultados destes efeitos retratam a perda da qualidade de vida. Nesta linha de pensamento, a alteração da qualidade das águas gera adversidade na qualidade do solo, bem como a alteração na qualidade do solo gera alteração na qualidade da água.

O monitoramento da qualidade do solo deverá ser feito através de análises químicas da sua composição, ressaltando-se que para os objetivos aqui almejados, torna-se importante que seja feita coleta de amostra do solo superficial e do solo a 30 centímetros de profundidade.

A definição da malha de amostragem deverá levar em consideração a direção preferencial dos ventos e ainda o sentido de escoamento do fluxo das águas superficiais.

### 8.4.2 Metodologia

A metodologia a ser adotada para o monitoramento da qualidade do solo deverá seguir a seguinte seqüência de ações:

- Elaboração do mapa base de detalhe da área de influência do empreendimento para definição dos pontos de amostragem na área interna e externa;
- Definição da malha de amostragem e locação dos pontos de coleta de amostra;
- Levantamento de base de dados;
- Definição de métodos para coleta de amostra;
- Elaboração de rotina de análise;
- Definição da necessidade de instalações, equipamentos, materiais de consumo e de pessoal necessários ao monitoramento;
- Definição da celebração de convênio e/ou contratação de serviços para implantação do monitoramento.

## 8.5. ELABORAÇÃO DE MAPA BASE DE DETALHE

Deverá ser utilizado como base cartográfica do monitoramento, o mapa topográfico de detalhe, o qual servirá para locação dos pontos de amostragem, antes da implantação do empreendimento.

## 8.6. DEFINIÇÃO DA MALHA DE AMOSTRAGEM E LOCAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA

A quantidade de pontos de coleta deverá ser definida em função da área superficial a ser monitorada, recomendando-se uma malha aberta com equidistância média de 0,5 km entre os pontos, devendo incluir pelo menos um raio de 1,0 km em todo entorno da área do empreendimento.

### 8.6.1. Definição de Métodos para Coleta de Amostras



Para a coleta de amostra deverão ser utilizados os procedimentos recomendados pelo laboratório que irá realizar a análise química, sendo que para cada ponto amostrado, o laboratório definirá o volume necessário, a profundidade de coleta e o tipo de equipamentos a serem utilizados.

Geralmente para este tipo de análise são colidas amostras de 2,0 kg, as quais são acondicionadas em sacos plásticos e catalogadas (número do ponto de amostragem, local, data e etc.).

### **8.6.2. Levantamento de Base de Dados**

A primeira análise para levantamento de dados deverá ser realizada antes da operação do empreendimento, devendo-se fazer a coleta em pontos definidos da malha de amostragem a ser utilizada para as análises posteriores.

Para esta primeira análise deverão ser levantados e analisados todos os constituintes químicos do solo amostrado.

Os elementos e substâncias químicas a serem analisados durante a operação do empreendimento deverão ser aqueles encontrados nos efluentes gerados durante o processo produtivo.

### **8.6.3. Definição de Rotina de Análise**

Para um monitoramento prático e eficiente quanto à qualidade do solo, a rotina de análise poderá ser bimensal.

Os boletins de análise obtidos a cada amostragem deverão ser utilizados para avaliação das características do solo com a implantação do empreendimento, utilizando-se para tanto gráficos de curva de crescimento.

### **8.6.4. Definição de Celebração de Convênios**

Para execução desta ação a empresa poderá celebrar convênio com as universidades públicas do Estado.

#### **8.6.5. Resultados**

Os resultados obtidos durante o monitoramento servirão para redimensionamento dos sistemas utilizados e/ou comprovação da eficiência dos mesmo, e ainda, no caso de comprovada contaminação progressiva dos solos, esta ação servirá para alertar a população quanto a exploração dos solos e será instrumento de pressão para adoção de medidas mitigadoras mais eficientes.

#### **8.6.6. Execução**

A execução do monitoramento do solo é de responsabilidade da gerência do empreendimento, que deverá dispor de técnicos qualificados a realizar tais atividades, ou podendo ainda contratar serviços especializados de terceiros para sua execução, ficando esta ação sujeita a fiscalização do órgão ambiental competente.

### **8.7. PLANO DE MONITORAMENTO DO NÍVEL DE RUÍDOS E VIBRAÇÕES**

#### **8.7.1. Introdução**

O monitoramento do nível de ruídos irá fornecer suporte para o controle do nível de ruídos gerados na área através da aplicação de medidas mitigadoras e de controle, as quais deverão atuar diretamente na fonte emissora. Será também de fundamental relevância para a prevenção e controle da saúde operacional dos funcionários diretamente envolvidos no processo produtivo, a utilização de equipamentos de proteção individual, ou outras formas de atuação, como remanejamento periódico entre setores.

Os níveis de ruídos contínuos ou intermitentes devem ser medidos em decibéis (dB), com instrumento de nível de pressão sonora, operando no circuito de compensação "A" e circuito de resposta lenta.

Os níveis de ruídos deverão ser determinados tanto interna como externamente a usina. As medições internas deverão ser feitas, principalmente, nos locais onde existam equipamentos, a distância de 1,0 metro da fonte do ruído. Em empreendimentos similares as medições máximas de ruídos chegam a 85 dB.

As medições externas serão realizadas nas vizinhanças da Fazenda Volta de modo a determinar os níveis de ruídos nas áreas adjacentes.

Os níveis de ruídos nas áreas externas deverão atender ao disposto na Resolução N° 01, de 08 de março de 1990, a qual ratificou a NBR – 10.152/87, da ABNT, bem como satisfazer as exigências da legislação de higiene e segurança do trabalho.

No que se referem aos operadores dos equipamentos os tempos de exposição aos níveis de ruídos não devem exceder os limites de tolerância fixados segundo a NR – 15 apresentados no Quadro 7.2.

As medições dos níveis de ruídos deverão ser feitas com frequência mensal, prazo que poderá ser dilatado em função dos resultados das medições realizadas e a critério das autoridades responsáveis.

### **8.7.2. Metodologia**

A metodologia a ser adotada para o monitoramento no nível de ruídos é bastante simples, porém requer o emprego de profissionais especializados e equipamentos específicos de alta pressão.

O monitoramento deverá empregar a seguinte sequência de ações:

- Elaboração do mapa base de detalhe da área do empreendimento para definição dos pontos de amostragem na área interna;

- Definição do mapa de situação da área do empreendimento para locação dos pontos de amostragem externa;
- Definição da malha de amostragem e pontos estratégicos;
- Levantamento de base de dados;
- Definição dos equipamentos;
- Definição de métodos; e
- Definição do período do monitoramento (em função da operação da Fazenda Volta)

**Quadro 8.1-** Limites de Tempo de Exposição a Ruídos (NR – 15)

### FAZENDA VOLTA – GRANJA

Nível de Ruído (dB)	Máxima Exposição Diária Permissível
85	8:00 Horas
86	7:00 Horas
87	6:00 Horas
88	5:00 Horas
89	4:30 Horas
90	4:00 Horas
91	3:30 Horas
92	3:00 Horas
93	2:40 Horas
94	2:15 Horas
95	2:00 Horas
96	1:45 Horas
98	1:15 Horas
100	1:00 Horas
102	0:45 Horas



104	0:35 Horas
105	0:30 Horas
106	0:25 Horas
110	0:15 Horas
112	0:10 Horas
114	0:08 Horas
115	0:07 Horas

### **8.7.3. Definição de Bases Cartográficas**

Para o monitoramento do nível de ruídos interno recomenda-se a utilização de um mapa de detalhe (pequena escala), confeccionado de acordo com o “lay out”, onde possam ser definidos os pontos estratégicos de amostragem (equipamentos).

Para o monitoramento do nível de ruídos externos, recomenda-se a utilização de um mapa de situação de detalhe (escala: 1:2000), no qual possam ser locados os pontos estratégicos para o registro sonoro, recomendando-se que sejam feitas medições em escalas de 100, 200, 400 nos setores de entorno Norte, Sul, Leste e Oeste do empreendimento.

Todo e qualquer trabalho de monitoramento só poderá ser iniciado depois da elaboração dos mapas e definição dos pontos estratégicos.

### **8.7.4. Definição da Malha de Amostragem e Pontos Estratégicos**

A malha de amostragem interna será definida a partir da localização de cada equipamento ou unidade produtiva, o que será possível através do “lay out” detalhado do empreendimento.

A malha de amostragem externa compreenderá pontos a 100,200 e 400 metros da área do empreendimento, podendo-se também utilizar pontos estratégicos como aglomerados urbanos e vias de acesso de uso público, portanto locais que

podem sofrer incômodos, caso a intensidade de ruídos, alcance estes locais em níveis consideráveis.

#### **8.7.5. Levantamento de Base de Dados**

O levantamento do padrão de qualidade sonora da área de influência do empreendimento a ser monitorada deverá ser realizado antes da implantação e operação do empreendimento, tendo por fim a obtenção dos dados, referentes ao registro do nível de ruídos sem a presença do empreendimento. Os dados levantados servirão de parâmetros comparativos, os quais serão de grande relevância para as análises conclusivas do monitoramento.

Deverá ser feito o registro do nível de ruídos nos pontos previamente definidos e locados em documentação cartográfica, ou seja, os pontos do monitoramento externo a ser realizado antes da operação do empreendimento deverão ser os mesmo a serem monitorados durante a operação do empreendimento.

Para definição do levantamento de dados, é importante que se conheça a rotina operacional da Fazenda Volta para que o registro do nível de ruídos nos pontos estratégicos seja medido em horário equivalente ao seu funcionamento normal.

Em cada ponto a ser monitorado deverá ser feito, no mínimo, dois registros do nível de ruídos, antes da operação do empreendimento.

#### **8.7.6. Definição dos Equipamentos**

Para a tomada do nível de ruídos deverão ser utilizados decibelímetros portáteis.

Para o registro do nível de ruídos deverão ser elaborados formulários apropriados, os quais deverão constar, no mínimo, os seguintes dados: (I) local da amostragem; (II) horário da amostragem; (III) data da amostragem; (IV) nível de ruídos; (V) observações sobre condições do tempo; e (VI) ocorrência de outras fontes de ruídos nas proximidades.

#### **8.7.7. Definição de Métodos**

A metodologia para medição do nível de ruídos é bastante simples. Como a utilização do decibelímetro, devidamente regulado, em cada ponto deverão ser feitas 5 medições, registrando-se a média das medições captadas.

A quantificação das medições, visando alcançar os objetivos do monitoramento, deverá ser definida da seguinte forma:

- 02 medições nos pontos estratégicos, antes da implantação do empreendimento;
- 02 medições junto a cada equipamento, com outros equipamentos em funcionamento, devendo se fazer o registro durante os períodos de funcionamento da Usina Termelétrica mais prolongados (maior que 24 horas);
- 03 medições nos pontos estratégicos do monitoramento externo, nos horários de funcionamento do empreendimento, devendo se fazer o registro durante seis semestres, sempre procurando planejar as medições com o licenciamento da Usina Termelétrica.
- Os resultados deverão ser registrados em formulários apropriados, os quais deverão ser devidamente assinados pelo técnico responsável.

#### **8.7.8. Definição do Período do Monitoramento (Cronograma)**

Para que se possa fazer uma avaliação precisa das alterações geradas à qualidade sonora do ambiente, em decorrência das emissões geradas pelo empreendimento, o monitoramento deverá ser realizado, por um período de três anos, modulado em semestres, onde no primeiro semestre será formado um banco de dados, e nos semestres subsequentes será feito o registro do nível de ruídos nos pontos estratégicos, interno e externo da área de influência. A cada semestre deverá ser feita uma avaliação parcial dos dados, sendo que no último semestre deverá ser feita uma

análise conclusiva sobre a relação causa-efeito gerada pelo empreendimento na sua área de influência, no que se refere a emissão de ruídos.

#### **8.7.9. Formas de Controle do Nível de Ruídos**

Medidas de controle do nível de ruídos poderão ser adotadas durante o monitoramento, destacando-se as seguintes:

- Proteção acústica dos equipamentos;
- Uso de equipamento de proteção individual (protetor auricular);
- Realização de exames médicos periódicos, principalmente preventivos, devendo envolver todo o quadro de funcionários.

#### **8.7.10. Execução**

A execução do programa de monitoramento do nível de ruídos deverá ficar a cargo da gerência do empreendimento, que deverá contratar técnico especializado, ficando a operação sujeita a fiscalização do órgão ambiental competente.

### **8.8. PLANO DE RECUPERAÇÃO DAS ÁREAS DEGRADADAS PELO PROJETO**

#### **8.8.1. Introdução**

Uma série de tópicos podem ser abordados, no sentido de que seja compreendido o papel das Geociências na Recuperação de Áreas Degradadas. Dessa forma, esse estudo levará em conta conhecimentos relacionados à Geomorfologia, Pedologia, Hidrologia e Geologia, de forma temática e integrada,

No levantamento de campo, foram observadas diferentes formas de degradação e levantadas possibilidades de intervenção, de maneira a mitigar esses danos, bem como recuperar as áreas atingidas.



No plano de recuperação de áreas degradadas utilizaremos conhecimentos da Bioengenharia, na abordagem dos aspectos relacionados à formação dos solos.

Na recuperação das áreas degradadas poderemos usar técnicas de contenção como: cordão de contorno, curva de nível, plantio desencontrado etc.

Foi feito um trabalho de campo, onde foram observadas diferentes formas de degradação e, dessa forma, foi possível levantar possibilidades de intervenção, de maneira a estancar esses danos, bem como recuperar as áreas atingidas.

## **Degradação do Solo**

No conceito da FAO (Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação), terra é uma área delineável da superfície terrestre, cujas características incluem todos os atributos da biosfera, verticalmente acima ou abaixo dessa superfície, incluindo a atmosfera, o solo e a geologia, a hidrologia (incluindo lagos, rios, pântanos e mangues), a população vegetal e animal, o modelo de assentamento humano e os resultados físicos da atividade humana (terraceamento, armazenamento de água ou estruturas de drenagem, estradas, etc.).

A degradação das terras envolve a redução dos potenciais dos recursos renováveis, por uma combinação de processos agindo sobre a terra.

Tal redução pode levar ao abandono ou desertificação da terra, pode ser por processos naturais, tais como o ressecamento do clima atmosférico, processos naturais de erosão, ou uma invasão natural de plantas ou animais nocivos.

Pode também ocorrer por ações antrópicas diretamente sobre o terreno ou indiretamente, em razão das mudanças climáticas adversas induzidas pelo homem.

## **Tipologia da Degradação**

Existem algumas formas de degradação, que segundo a FAO, se refere a perda da capacidade dos solos para uso presente e futuro e pode ser subdividido:

## Erosão

A forma mais comum de erosão é a perda da camada superficial do solo pela água e/ou vento. O escoamento superficial da água carrega a camada superior do solo; isso ocorre sob a maioria das condições físicas e climáticas.

O deslocamento de partículas da camada superior pela ação do vento é mais comum nos climas áridos e semi-áridos, do que sob condições mais úmidas.

A perda dessa camada de solo reduz a fertilidade por que:

- a) conforme o solo se torna mais denso e fino, fica menos penetrável às raízes e pode se tornar superficial demais a elas;
- b) reduz-se a capacidade do solo reter água e torná-la disponível às plantas;
- c) os nutrientes para as plantas são lavados com partículas de solo erodidas.

Uma forma de erosão mais extrema são as ravinas, que podem ser ainda recuperadas, por se tratarem de feições que geralmente não passam de 0,50 m de largura x 0,50 m de profundidade.

A ação do vento pode criar grandes buracos e dunas. Finalmente, a cobertura da superfície da terra pelas partículas de areia carregadas pelo vento, também pode ser considerada uma forma específica de degradação, ainda mais quando recobrem, por exemplo, solos férteis, que estavam sendo usados pela agricultura.

O processo erosivo pode ocorrer, tanto sob condições naturais, sem a intervenção humana, como principalmente quando a cobertura vegetal protetora é retirada, para dar lugar a agricultura e pecuária, sem a adoção de práticas de conservação dos solos e da água.

## **Deterioração Química**

A deterioração química pode consistir em:

a) perda de nutrientes do solo, principalmente nitrogênio, fósforo e potássio. Em parte, os nutrientes se perdem através da erosão: em especial nos trópicos úmidos, onde os mesmos são lavados pelo escoamento superficial. Esses nutrientes podem também ser esgotados pelas próprias culturas, particularmente se estas forem cultivadas na mesma terra, ano após ano, sem a adoção de práticas conservacionistas.

b) Salinização ou a concentração de sais na camada superficial do solo, que pode ocorrer por causa de manejo mal realizado da irrigação, ou alta concentração de sais na água de irrigação, especialmente em regiões áridas e semi-áridas, onde as altas taxas de evaporação estimulam o processo. Pode também ocorrer devido à invasão de águas salinas subterrâneas em reservas de água doce.

c) Acidificação, que tanto pode ocorrer por causa da aplicação excessiva de fertilizantes ácidos, como por causa da drenagem em determinados tipos de solos.

d) Poluição de diversas origens (acumulação de lixo, uso excessivo de pesticidas ou fertilizantes, derramamento de óleo, etc) pode reduzir drasticamente o potencial agrícola das terras.

## **Deterioração física**

São três os tipos de deterioração física conhecidos:

a) Compactação do solo, frequentemente resultante do uso de máquinas pesadas em solos instáveis, ou do pisoteio do gado, selamento e encrostamento, geralmente causados pelo impacto das gotas de chuva.

b) Elevação do lençol freático até a zona radicular das plantas, causada pela entrada excessiva de água em relação à capacidade de drenagem do solo. É típica de áreas irrigadas, mas também pode ocorrer devido a enchentes.

c) Subsidência, isto é, o rebaixamento da superfície da terra, de solos orgânicos, que pode ser causada pela drenagem ou oxidação. Pode também ocorrer em terrenos com rochas calcárias.

### **Impacto da Degradação**

O principal efeito da degradação no meio rural é um declínio na produtividade ou uma necessidade crescente do aporte de nutrientes para manter as mesmas produtividades, uma vez que os subsolos geralmente contêm menos nutrientes do que as camadas superiores, sendo necessário mais fertilizante para manter a produtividade das culturas.

Um quadro completo dos custos da erosão deve incluir os efeitos fora do seu local de origem (offsite effects).

A maior parte das partículas finas do solo é transportada para cursos d'água, lagos e mares. Ao longo do percurso, elas podem tornar a água imprópria para consumo humano, obstruir represas, sistemas de irrigação, ou canais de transporte dos rios.

É difícil estimar as perdas totais de causadas pela degradação ambiental mundialmente. De acordo com a FAO (1992), aproximadamente 25 bilhões de toneladas de solo (17 toneladas por hectare cultivado) são erodidos a cada ano.

Alem disso, as terras erodidas se tornam mais vulneráveis a variações climáticas; sua fertilidade pode diminuir vertiginosamente após um ano de seca.

Em algumas ocasiões, a degradação ambiental pode forçar o deslocamento da população, ou seja, o êxodo rural. Centenas de milhares de hectares têm de ser abandonados, a cada ano, por estarem degradados demais para o cultivo ou ate mesmo para pastagens. Isso pode significar que a população que dependia dessas terras para sua subsistência terem que procurar outras terras para se fixar, sendo muitas vezes áreas urbanas.



## **Causas da Degradação**

Várias são as causas para a degradação ambiental, mas podemos destacar as seguintes:

- a) Desmatamento para a agricultura ou pastagens, florestas comerciais de grande escala, construção de estradas, desenvolvimento urbano etc.
- b) Superpastoreio (destrói a cobertura do solo, causa compactação e acelera a invasão de espécies arbustivas indesejáveis).
- c) Atividades agrícolas. O manejo inadequado da terra inclui o cultivo de solos frágeis, pousio reduzido, uso indiscriminado do fogo, práticas que resultam na exportação de nutrientes do solo, transposição de rios para fins de irrigação ou irrigação inadequada de solos.
- d) Superexploração da vegetação para uso doméstico (uso da vegetação como combustível, cercas, etc., onde a vegetação remanescente não fornece mais proteção suficiente contra a erosão do solo).
- e) Atividades industriais que causam poluição.

## **O estudo das formas de relevo e dos processos associados**

O estudo das formas de relevo é de importância fundamental para a recuperação de áreas degradadas. Na realidade, as atividades econômicas que o homem desenvolve, na superfície terrestre, estão situadas sobre alguma forma de relevo e algum tipo de solo. Essas formas de relevo darão uma resposta, que pode ser mais catastrófica, ou de menor impacto, dependendo do tipo de uso e manejo do solo, e também das características do meio físico (Gerrard, 1992; Goudie, 1995; Goudie e Viles, 1997; Guerra, 1999 e 2001; Cunha e Guerra, 2000; Fernandes e Amaral, 2000).

Nesse sentido, o estudo das formas de relevo e dos processos associados pode ser útil, não só na recuperação de áreas degradadas, mas também na prevenção da ocorrência de tais processos, que acontecem, em especial, sobre as encostas.

Essas formas, que dominam grande parte da superfície terrestre, se caracterizam por possuírem declividades a partir de 2 a 3º apenas, sendo limitadas, nas suas partes mais elevadas, por um interflúvio, e nas partes mais baixas, por um talvegue.

Além das encostas, existem áreas mais ou menos planas, entre 0 e 2º de declividade, que podem caracterizar áreas deprimidas, constituindo planícies, por exemplo, ou áreas elevadas, que podem caracterizar o topo das chapadas. Nas planícies, os processos geomorfológicos associados dominantes referem-se à deposição de materiais e infiltração e acúmulo de água nos solos, não ocorrendo quase erosão.

No topo das chapadas, com superfícies quase planas, predominam os processos de infiltração de água, que podem alimentar mananciais nas suas vertentes. O risco de erosão é muito pequeno no topo das chapadas, mas aumenta muito, à medida que nos aproximamos do bordo das chapadas. Quando o topo das chapadas possui declividade superior a 3º, isso já é suficiente para produzir voçorocas, às vezes, com mais de um quilômetro de comprimento e vários metros de largura, possuindo de 1 a 10 metros de profundidade, desde que haja solo suficiente. O recuo das cabeceiras das voçorocas situadas nas suas vertentes, em direção ao topo das chapadas, pode causar uma série de impactos ambientais, muitas vezes de difícil recuperação. Esses impactos podem ser cicatrizes de movimentos de massa, ou mesmo de voçorocas.

No estudo das formas e dos processos associados há que se levar em conta também, os materiais que constituem tais formas de relevo, e que são trabalhados pela ação dos processos geomorfológicos. O especialista que trabalha na recuperação de áreas degradadas deve conseguir reconhecer os diferentes materiais onde as obras serão executadas. Esses materiais podem oferecer maior ou menor resistência à ação dos agentes externos. Por exemplo, solos com maior teor de areia fina e silte possuem maior suscetibilidade aos processos erosivos, do que os solos mais argilosos. Não estamos aqui considerando outras propriedades físicas e químicas dos solos, mas apenas isolando a textura (Luk, 1979; Hadley, et al., 1985; Kerr, 1998; Mafra, 1999; Guerra, 2002; Guerra, et al., 2002; Lima-e-Silva, et al., 2002).

No caso da encosta a ser recuperada, por exemplo, após a ocorrência de um movimento de massa, há que se considerar uma série de variáveis, tais como: textura, contato solo/rocha abrupto, existência de fraturas no material rochoso, presença de matações na matriz do solo, forma e declividade das encostas, etc.

Em resumo, caso todos esses parâmetros, aqui abordados, não sejam levados em conta, em um projeto de recuperação de áreas degradadas, corre-se um grande risco de insucesso, com o conseqüente desperdício de recursos, podendo, em algumas situações, colocar em risco a vida das pessoas, no entorno da obra executada.

### **Contribuição da Geomorfologia no diagnóstico de áreas degradadas**

Como as várias formas de degradação ambiental ocorrem sobre alguma forma de relevo, a Geomorfologia pode dar uma grande contribuição nesse campo. A Geomorfologia estuda as formas de relevo, que são esculpidas por processos associados, e constituídas por diferentes materiais. O geomorfólogo precisa, conseqüentemente, ter conhecimentos relacionados à Geologia, Pedologia, Hidrologia, Climatologia, Biogeografia, etc.

O que temos visto, na maioria dos casos, são obras de recuperação, sem levar em conta a dinâmica do relevo, ou seja, sem considerar como uma determinada forma de relevo evoluiu, bem como o impacto ambiental associado chegou a acontecer. Dessa forma, tais obras acabam, muitas vezes, durando pouco tempo, ou então, seu custo pode ser superestimado, ou até mesmo subestimado. Com isso, os recursos financeiros, que são escassos no país, acabam não sendo bem utilizados.

A área atingida, quase sempre tem alguma implicação geomorfológica e, nesse sentido, a análise das formas de relevo, dos processos associados e dos materiais constituintes, quando bem caracterizada, tem tudo para que a obra seja bem sucedida, evitando gastos futuros, bem como podendo também colocar em risco a segurança das pessoas que vivem no seu entorno.

Os conhecimentos proporcionados pela Geomorfologia, quando bem utilizados pela empresas que fazem obras de recuperação de áreas degradadas, podem tanto tornar a obra mais segura e efetiva, bem como, em muitos casos até reduzir os gastos envolvidos. Isso porque, através do reconhecimento científico dos processos geomorfológicos pelos quais a área atingida passou, o técnico responsável pela obra, que muitas vezes é um engenheiro, pode dimensionar bem o tipo de obra e de materiais necessários para que esta seja, ao mesmo tempo eficaz, duradoura e que atinja os objetivos propostos.

A associação dos conhecimentos proporcionados pela Geomorfologia, Geologia, Hidrologia, Pedologia, Biogeografia e Climatologia, em associação com o uso e manejo do solo, na área atingida é de importância fundamental, para que a obra tenha eficiência. Dessa forma, destacamos que o conhecimento sobre a dinâmica do relevo pode auxiliar muito os técnicos envolvidos na recuperação de áreas degradadas, porque as áreas que são alvo de recuperação, estão situadas sobre alguma forma de relevo, que estão em constante evolução no tempo e no espaço, e tal conhecimento científico não pode ser desconsiderado (Morgan, 1986; Oliveira, 1999; Palmieri e Larach, 2000; Marçal e Guerra, 2001).

## **A importância do estudo das bacias hidrográficas**

As bacias hidrográficas assumem grande importância na recuperação de áreas degradadas, por vários motivos. Um deles é o fato de grande parte dos danos ambientais que ocorrem na superfície terrestre estarem situados nas bacias hidrográficas. Nesse sentido, é preciso conhecer a sua formação, constituição e dinâmica, para que as obras de recuperação não sejam apenas temporárias e sem grande eficácia. Na recuperação ambiental, o estudo das bacias hidrográficas também se torna de grande importância, porque muitos empreendimentos situam-se às margens de algum rio, podendo causar problemas relacionados à poluição e/ou assoreamento desses corpos líquidos.



As bacias se caracterizam por serem constituídas por um rio principal e seus afluentes, que transportam água e sedimentos, ao longo dos seus canais. Elas são delimitadas pelos divisores de águas, que separam uma bacia da outra e, internamente, existem elevações, que são denominadas de interflúvios, que dividem sub-bacias hidrográficas.

Não podemos pensar numa bacia hidrográfica, levando-se em conta apenas os processos que ocorrem no leito dos rios, porque grande parte dos sedimentos que estes transportam, são oriundos de áreas situadas mais à montante, vindos das encostas, que fazem parte da bacia hidrográfica. Portanto, qualquer dano que aconteça numa bacia hidrográfica vai ter consequências diretas, ou indiretas, sobre os canais fluviais. Os processos de erosão de solos, bem como movimentos de massa, vão fazer com que o escoamento superficial transporte os sedimentos oriundos desses danos ambientais para algum rio, que drena a bacia. Conforme a proximidade da área atingida, esses materiais podem chegar imediatamente ao rio, ou podem levar algum tempo para que isso aconteça. Isso tem causado o assoreamento dos rios e também dos reservatórios construídos para produção de energia hidrelétrica, bem como os açudes, para obtenção de água, em especial nos períodos de seca (Botelho, 1999; Cunha e Guerra, 2000; Coelho, 2001; Blum, 2002).

Dessa forma, é muito importante que os técnicos envolvidos em obras de recuperação dos canais fluviais, conheçam bem essa dinâmica das bacias hidrográficas, porque qualquer obra que seja feita nos canais vai ter alguma repercussão imediata, ou a médio e longo prazo sobre o próprio canal, como sobre a bacia como um todo. Obras, por exemplo, de retificação de canais, se por um lado aliviam as enchentes que ocorrem num determinado ponto da bacia, geralmente aumentam significativamente a velocidade dos rios, aumentando a carga de sedimentos transportada, podendo causar assoreamento, mais à jusante, no próprio rio, ou então, em alguma baía, lago, ou reservatório. É o que acontece, por exemplo, com a Baía de Guanabara, no estado do Rio de Janeiro. Nesse caso específico isso é acelerado pelo desmatamento que vem ocorrendo, há séculos, na Serra do Mar, bem como no seu entorno.

Ou seja, qualquer obra que seja feita num canal fluvial, ou mesmo nas encostas situadas numa bacia hidrográfica, há que se considerar a dinâmica de ambos, bem como as relações existentes entre as encostas e os canais fluviais, que drenam a área atingida. Caso contrário, as obras podem não atender plenamente os objetivos propostos, sendo gasto de dinheiro público, como, aliás, tem ocorrido em várias situações no Brasil.

### **Erosão dos solos e movimentos de massa – diferenças entre ambos**

Erosão dos solos e movimentos de massa são dois processos geomorfológicos distintos, mas infelizmente, muitas vezes são dados como sinônimos, inclusive em livros didáticos. Enquanto a erosão dos solos pode ocorrer em encostas com declividades em torno de 2 a 3° apenas, não sendo um fenômeno típico de áreas com fortes declividades, necessariamente. Os movimentos de massa, por serem gravitacionais, dependem, em grande parte, da declividade das encostas, além de outros fatores, é claro.

A erosão dos solos, conseqüentemente, é um fenômeno geomorfológico mais típico de áreas rurais, enquanto os movimentos de massa são mais típicos de áreas urbanas e de estradas também, onde são feitos cortes indevidos de taludes, sem a devida proteção dos mesmos. Mas esses cortes podem também ser feitos nas cidades, quando são construídas ruas e casas.

Dessa forma, os fatores que provocam a erosão dos solos são principalmente: propriedades químicas e físicas dos solos (erodibilidade dos solos); erosividade da chuva; forma, comprimento e declividade das encostas; uso e manejo do solo. Enquanto que os fatores que provocam a ocorrência de movimentos de massa são: declividade das encostas; contato solo rocha abrupto; presença de matacões nas encostas; corte do depósito de talus, para construção de casas e ruas; falta de rede de esgoto e de galerias pluviais (ou falta de manutenção, quando existem); chuvas concentradas. Estão sendo aqui colocados os principais fatores detonadores da erosão

dos solos e dos movimentos de massa, mas podem existir outros, com menor importância para que esses processos geomorfológicos.

## **Recuperação de áreas degradadas**

Os engenheiros podem contar com sistemas inertes para a estabilização de encostas e o controle da erosão. Uma grande gama de produtos e técnicas se enquadra nessa categoria. As razões pelas quais seus usos são tão difundidos incluem a disponibilidade, a facilidade de instalação, a familiaridade, a propaganda e a promoção, a existência de padrões e aceitação pelos projetistas.

Assume-se que os materiais inertes têm propriedades previsíveis e invariáveis. De fato, os materiais inertes como o aço, o concreto e os polímeros sintéticos se degradam, se decompõem e/ou se deterioram lentamente, ao longo do tempo.

Vários exemplos de tecnologias e produtos que fazem parte dessa categoria podem ser aqui resumidos:

Estruturas de contenção: cortinas atirantadas, muros de gabião, muros de pedra, geogrelhas ou geotêxteis;

Sistemas de revestimentos: rip-rap (rochas e cascalhos), gabiões, revestimentos em concreto;

Coberturas do solo: mulches artificiais (fibra de vidro, fibra de celulose), telas, mantas e redes (coberturas que protegem a superfície e promovem o desenvolvimento vegetal).

É interessante notar que muitos desses sistemas, ou produtos, se prestam a um uso integrado ou combinado com a vegetação. Basicamente, a vegetação pode ser incorporada em qualquer estrutura de contenção, revestimento ou cobertura inerte do solo, que seja porosa ou que tenha aberturas (interstícios) na face frontal.

Entretanto, para que a planta sobreviva, é indispensável a presença de umidade e luz solar. As construções vivas usam plantios convencionais, principalmente

para o controle da erosão. Uma cobertura do solo densa, feita com vegetação, aumenta bastante a resistência do solo à erosão.

Vários tipos de gramíneas e vegetação herbácea são melhores para esse fim. Em muitos casos, as técnicas convencionais de plantio oferecem a proteção com melhor custo versus benefício, contra a erosão superficial de encostas.

Pelo que se viu aqui, fica muito difícil, ou quase impossível, se fazer um trabalho adequado de recuperação de áreas degradadas bem feita, sem compreender a dinâmica do relevo terrestre, onde se esteja atuando, no sentido de recuperar a área atingida e se prevenir contra a ocorrência de acidentes. Nesse sentido, enfatizamos, mais uma vez, que os conhecimentos teóricos, conceituais e metodológicos, resultantes do avanço das pesquisas em Geomorfologia estão à disposição dos técnicos, do Poder Público, e da sociedade em geral, para que tais obras possam realmente ser benéficas para a população e para o meio ambiente atingido, por um longo prazo e, muitas vezes, a um custo que não precisa ser, necessariamente, elevado.

A Geomorfologia preocupada com as formas de relevo existentes na superfície terrestre, bem como os processos que deram origem a essas formas e os materiais constituintes, procura dar conta de entender não só o quadro atual, em termos de relevo, de uma determinada área, mas também, através de modelos e do emprego de Sistemas de Informação Geográfica (SIGs), procura também prognosticar o futuro de uma área, em termos de poder, com uma grande probabilidade de acerto, definir quais as áreas de maior risco, em termos de erosão, deslizamentos, enchentes, etc. Através desse conhecimento científico, o técnico que está atuando em um determinado ambiente, realizando a sua recuperação ambiental, poderá conseguir uma margem de acerto muito maior, economizando recursos financeiros, bem como poupando vidas humanas e conservando os bens materiais existentes, por exemplo, numa cidade.

Fica claro, dessa forma, que a Geomorfologia pode e deve dar sua contribuição na recuperação de áreas degradadas, através, de preferência, da atuação de grupos interdisciplinares, onde o geomorfólogo seja aquele profissional que vai



fornecer subsídios, ao restante da equipe, nas questões que dizem respeito ao relevo, solos, hidrologia, enfim, ao terreno onde a obra está sendo feita. Dessa forma, fica claro também que sem esse conhecimento fica muito difícil que as obras tenham durabilidade e resistência, a menos que se gastem recursos bem acima daqueles necessários. Afinal de contas, como foi dito no início desse texto, todas as maneiras de ocupação na superfície terrestre são feitas sobre alguma forma de relevo e sobre algum tipo de solo, que darão as suas respostas, conforme o nível de degradação provocado pelo homem, e conforme o grau de resistência do meio físico atingido

A retirada da vegetação de uma área deixa-a exposta à erosão, causada pela queda das gotículas de água, provenientes principalmente das chuvas, o que acaba acarretando em um movimento de massa no solo. “O processo responsável pela desagregação do solo, após a retirada da camada vegetal em sua superfície, é o impacto das gotículas da água da chuva [...], com isso os sedimentos são transportados de um local para outro” (GUERRA, 2001). Após um longo período chuvoso, esses impactos da água com o solo acabam gerando um fluxo de sedimentos que podem originar ravinas, e processo for contínuo e provocar um incessante aprofundamento do solo, pode-se chegar ao nível de uma voçoroca. Ainda segundo GUERRA (2001), voçoroca pode ser compreendida como “escavação ou rasgão de solo ou rocha decomposta, ocasionado pela erosão do lençol do escoamento superficial”.

Erosões do tipo voçorocas podem chegar a vários metros de comprimento e de profundidade, devido ao fluxo de água que é possibilitado em seu interior, causando uma grande movimentação de partículas. Algumas voçorocas podem chegar até mesmo ao nível do lençol freático do local onde ocorrem. Sobre isso, FERREIRA (2007), afirma que, “as voçorocas são consideradas um dos piores problemas ambientais em áreas de rochas cristalinas nas regiões tropicais de montanha onde são freqüentes e podem alcançar grandes dimensões”.

## **Programa de investigações geotécnicas**

Em qualquer circunstância, é importante determinar as características geotécnicas do perfil de solo existente na área, através da execução de uma campanha de sondagens a percussão. Recomenda-se que se executem cinco sondagens, em pontos situados no interior da Voçoroca (e previamente discutidos durante a visita ao sítio), com medidas de resistência à penetração por SPT. As sondagens devem ir até o impenetrável ou, no máximo, até oito metros de profundidade, quando é provável que se tenha alcançado o arenito brando subjacente.

A locação das sondagens deve ser feita de modo a evitar que tenham que atravessar o horizonte de tálus/colúvio, constituído de blocos resistentes de arenito endurecido.

## **Recomendações gerais**

Seja qual for a solução adotada para a recuperação da área da Voçoroca, algumas providências, por parte dos órgãos públicos, devem necessariamente acompanhar a implantação das obras, sob risco de invalidar a eficiência das medidas de recuperação adotadas, a saber:

- a) eliminar as descargas de águas servidas, feitas através de tubos, que despejam os resíduos diretamente nas encostas ou em suas vizinhanças, implantando-se um sistema de saneamento no platô do Seminário,
- b) coletar as águas pluviais, através de caneletas, conduzindo-as de maneira ordenada para escadarias exclusivas, que entreguem essas águas na base da encosta, com sua energia já dissipada,
- c) organizar a coleta de lixo doméstico, evitando-se que o mesmo seja despejado na área a ser recuperada,
- d) organizar e executar um intenso trabalho de recuperação da cobertura vegetal, em dois níveis, arbóreo e arbustivo, de modo a proteger a área recuperada

Existe locais onde o aparecimento das voçorocas tem uma maior probabilidade de ocorrer. Locais onde “a declividade é alta, a superfície do solo foi degradada, há concentração de enxurradas da bacia, ou por influência do escoamento da água” (PEREIRA et al., sem data), são mais propensos ao voçorocamento, por isso exigem uma atenção especial e o emprego de técnicas para a prevenção da ocorrência da erosão que provocará o surgimento de uma voçoroca. Ainda segundo PEREIRA, entre outros, (sem data), existem medidas a serem tomadas a fim de evitar ou diminuir o risco do aparecimento de voçorocas, dentre as quais:

- Interceptação da área de enxurrada acima da área de voçorocas;
- Retenção da área enxurrada na área de drenagem;
- Eliminação das grotas e voçorocas;
- Revegetação da área;
- Construção de estruturas para deter a velocidade das águas;
- Completa exclusão do gado;
- Controle de sedimentação das grotas e voçorocas ativas;
- Isolamento da área;
- Planejamento da Bacia;
- Manejo na vegetação nativa e exótica introduzida na área.

## MEDIDAS CORRETIVAS

Segundo a EMBRAPA (2006), a correção de áreas de voçorocamento podem se dar a fim de “controlar a erosão na área a montante ou cabeceira da encosta, retenção de sedimentos na parte interna da voçoroca, revegetação das áreas de captação (cabeceira) e interna da voçoroca com espécies vegetais que consigam se desenvolver adequadamente nesses locais.”

Para ser realizada uma eficaz recuperação de áreas onde ocorrem voçorocas, ainda segundo a EMBRAPA (2006) é necessário que se isole a área, realizar uma análise química e textural do solo do local para se conhecer sua fertilidade

e textura, para a obtenção de dados importantes para aplicação de insumos necessários ao desenvolvimento das plantas a serem cultivadas no local e também para ter uma melhor dimensão das práticas para controle da erosão. Podem ainda serem construídas estruturas físicas a fim de evitar o aumento da erosão que está sendo causada, diminuindo a perda e movimentação de sedimentos.

Muitos são os custos para a recuperação de áreas degradadas pelas voçorocas, como a mão-de-obra utilizada, insumos, custo das mudas e transporte das mesmas, etc. O custo de recuperação de uma área como essa vai depender principalmente do tamanho (comprimento, largura e profundidade) da voçoroca que se queira recuperar, avaliando assim se é viável economicamente uma intervenção na área voçorocada.

Podem também serem realizadas obras de drenagem e terraceamento para controle do escoamento superficial, e controle das águas subterrâneas (BACELLAR, 2006).

Abaixo segue uma imagem de uma voçoroca recuperada. É notável a recuperação que se pode observar pela imagem, principalmente no tocante a revegetação do local, tanto nas bordas quanto no centro da voçoroca foram feitos plantios com vegetação, trazendo um excelente resultado para o trabalho de recuperação realizado:

Para a realização desse trabalho foi realizada uma revisão de literatura, já que este tema é recorrente em vários estudos realizados nas mais diversas regiões do território brasileiro. Muitos autores realizam estudos de acompanhamento de voçorocas, o que nos permitiu selecionar alguns trabalhos que realmente atingiriam o nosso objetivo, já que não tínhamos condições de realizar um acompanhamento pessoal de campo da evolução de uma voçoroca.

Outro fator importante para o trabalho foram as fotos e imagens de satélites, que estão sendo cada vez mais utilizadas para estudos nas áreas que envolvem o meio ambiente, permitindo um controle, mesmo que a distância, do fenômeno estudado, além de permitir também um controle temporal do fenômeno, permitindo, por exemplo, observar a expansão de uma voçoroca, como observado na figura abaixo. As



fotos e imagens de satélites utilizadas neste e em outros estudos ambientais ajudam na compreensão dos problemas causados pelo voçorocamento do solo, bem como analisar o aumento do tamanho das voçorocas observadas nas fotos e imagens.

Grandes impactos ambientais podem ser ocasionados pelo voçorocamento de uma área, dentre os quais destaca BACELLAR (2006):

- Eliminação de terras férteis;
- Destruição de estradas e outras obras de engenharia;
- Proporciona situação de risco ao homem;
- Assoreamento de rios e reservatórios;
- Recobrimento de solos férteis nas planícies de inundação;
- Destruição de habitats;
- Rebaixamento do lençol freático no entorno, com secagem de nascentes, deterioração de pastagens e culturas agrícolas e redução da produção de cisternas;
- Dificulta o acesso a determinadas áreas.

É inevitável que as voçorocas venham a causar grandes danos, não só ambientais e econômicos, mas também sociais, como no caso de se desenvolverem em centros urbanos. Mas existem medidas capazes de mitigar o problema, dentre as quais o turismo que é possível de se realizar para a visitação de voçorocas, já que em alguns casos apresentam uma estética bem interessante para certo tipo de público, como os geólogos, geógrafos, geomorfólogos, observadores da natureza, dentre outros.

A perda de sedimentos devido à precipitação é a principal causa para o surgimento e o conseqüente crescimento de uma voçoroca, quanto maior o volume de chuvas em uma área, maior a sua propensão ao surgimento desse tipo de erosão. Outro fator hidrológico importante é a taxa de infiltração do solo, regiões onde essa taxa é baixa são mais propensas ao escoamento superficial, causando assim um deslocamento de um grande volume de sedimentos, e conseqüentemente a ação do voçorocamento.

A revegetação de uma voçoroca contribui eficazmente para a diminuição da perda de sedimentos e movimentos de massa. É necessário que se plante uma vegetação alta (plantio de árvores) e também uma vegetação baixa (plantio de gramíneas), observando sempre a vegetação nativa do local e procurando utilizar estas espécies para a revegetação da área.

O terraceamento de uma grande voçoroca pode não ser muito viável, principalmente para pessoas de pequeno poder aquisitivo, já que é um processo complicado e com custos muito elevados. Se a voçoroca for de pequeno porte, pode ser usado o terraceamento, já que resolveria o problema se toda a área da voçoroca fosse “tampada”.

São evidentes os vários problemas que podem ser gerados pelo voçorocamento de uma área, tanto no âmbito natural quanto no social, principalmente caso venha a se desenvolver em ambientes urbanos, e até mesmo do ponto de vista econômico. Várias alternativas já existem para se prevenir, conter o avanço ou recuperar uma área voçorocada.

Existem hoje projetos que visam explorar o potencial turístico de uma voçoroca ou de uma região em que existem várias delas, já que a beleza morfológica desse tipo de erosão chama a atenção tanto de pesquisadores como de curiosos ou apreciadores da natureza.

Este tema é recorrente em vários trabalhos de pesquisa científica, já que existem voçorocas das mais diversas proporções e estão presentes em praticamente todo o território brasileiro, que contém características que propiciam o surgimento e desenvolvimento desse tipo de erosão, principalmente por ser característico de um clima tropical e possuir planaltos bem acidentados, além de uma grande e devastadora intervenção do homem na natureza.

Este estudo está longe de esgotar as possibilidades de recuperação de uma área voçorocada, permitindo, porém, que se tenha uma idéia do problema e algumas medidas que podem ser tomadas para evitar o aparecimento da voçoroca e que ela se torne um problema, além de citar algumas utilizações que existem para essa área caso não haja um interesse em recuperá-la.

Parte da bibliografia utilizada refere-se ao estudo de voçorocas em determinadas regiões do Brasil, existindo variações nas características dessas regiões quanto ao potencial de aparecimento da voçoroca, deixando claro que para se tomar medidas de controle é preciso antes a realização de um estudo sobre as características físicas, biológicas e antrópicas da região afetada.