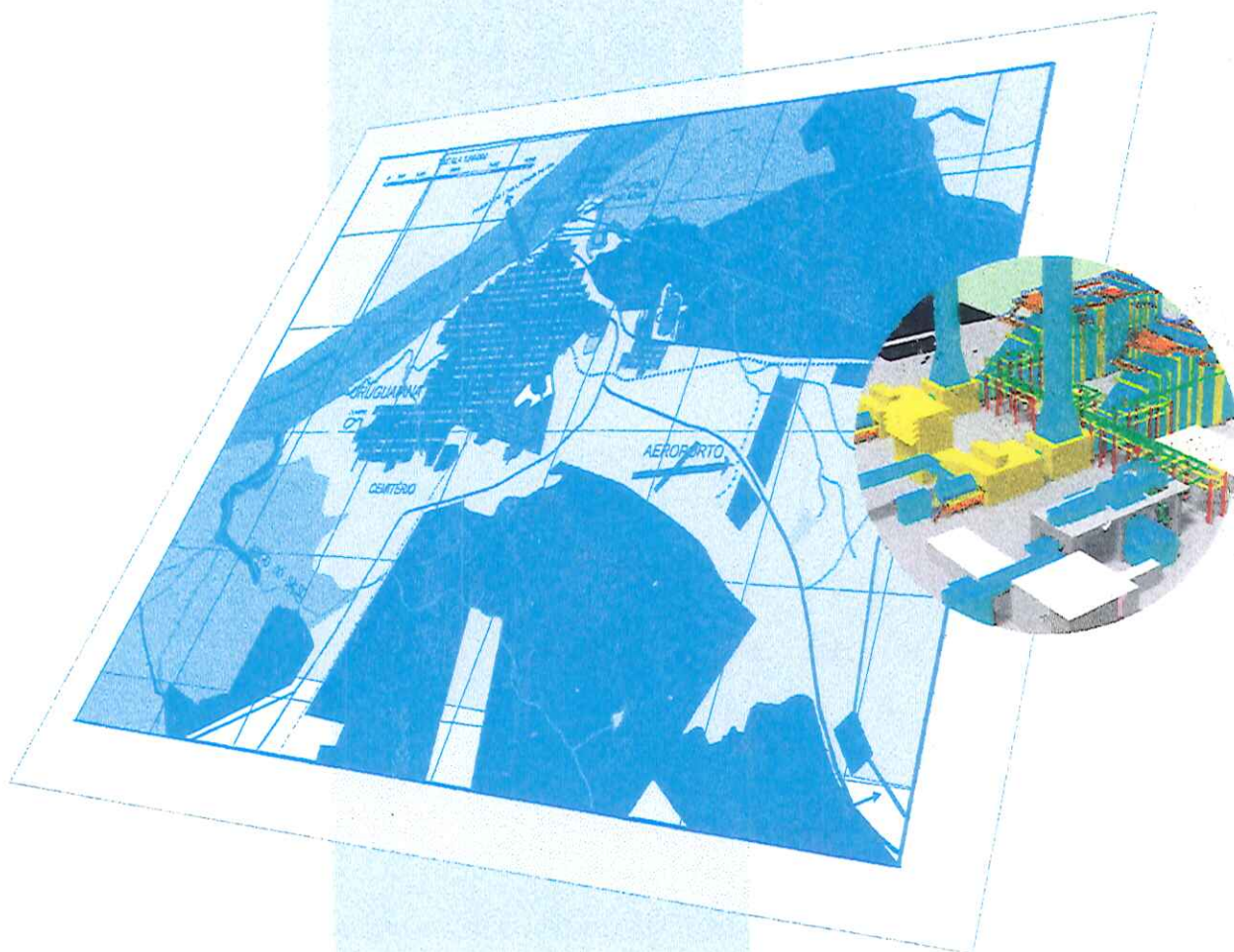




FUNDAÇÃO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA



RELATÓRIO DE IMPACTO AMBIENTAL - RIMA **USINA TERMELÉTRICA DE URUGUAIANA**

VOLUME IV



FUNDAÇÃO
DE CIÊNCIA
E TECNOLOGIA

RELATÓRIO DE IMPACTO AMBIENTAL - RIMA

**USINA TERMELÉTRICA DE URUGUAIANA
AES URUGUAIANA EMPREENDIMENTOS LTDA.**

VOLUME 4

DEZEMBRO 1997



SUMÁRIO GERAL

VOLUME 1 - CAPÍTULOS I a IV

I- Introdução

II- Identificação do Empreendedor

III- Alternativas Tecnológicas e Locacionais

IV- Dados do Empreendimento

VOLUME 2 - CAPÍTULO V - Diagnóstico Ambiental

VOLUME 3 - CAPÍTULOS VI a IX

VI- Análise Integrada

VII- Identificação e Análise dos Impactos Ambientais

VIII- Medidas Mitigadoras, Compensatórias e Programas de Controle de Monitoramento

IX- Análise de Risco

VOLUME 4 - RIMA



SUMÁRIO

	página
I- INTRODUÇÃO	6
II- IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR	6
III- ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS E LOCACIONAIS	7
III.1- Tecnológicas	7
III.1.1- Combustão em Leito Fluidizado (FBC)	9
III.1.2- Combustão de Carvão Pulverizado (PC)	9
III.1.3- Ciclo Combinado (CC)	9
III.1.4- Ciclo Combinado Integrado com Gaseificação (IGCC)	10
III.2-Locacionais	10
IV- DADOS DO EMPREENDIMENTO	14
IV.1- Caracterização do Empreendimento	14
IV.1.1- Informações Gerais	14
IV.1.2- Objetivos	16
IV.1.3- Área Proposta para Implantação	16
IV.1.4- Apresentação dos Empreendimentos Associados e Decorrentes	17
IV.1.5- Justificativas	17
IV.1.5.1- Sócio-Econômicas	17
IV.1.5.2- Locacionais	20
IV.1.5.3- Técnicas	20
IV.1.5.4- Ambientais	21
IV.1.6- Histórico do Empreendimento	22
IV.1.7- Órgão Financiador	22
IV.2- Descrição do Empreendimento	22
IV.2.1- Processo Industrial	22
IV.2.2- Insumos	28
IV.2.3- Produtos	29
IV.2.4- Resíduos	29
IV.2.5- Ruídos e Vibrações	30
IV.2.6- Infraestrutura Associada	31
IV.2.7- Legislação	32
IV.3- Programa de Implantação	34
V - DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	36
V.1- Introdução	36
V.2- Área de Influência	36
V.3- Meio Físico	36
V.3.1- Clima e Condições Meteorológicas	36
V.3.1.1- Climatologia Geral da Região	37
V.3.1.2- Meteorologia e Dispersão Atmosférica	38
V.3.2- Qualidade Atual do Ar	41
V.3.2.1- Fontes de Poluição Aérea na Região	42
V.3.2.2- Concentrações de Poluentes Aéreos na Região de Uruguaiana	42
V.3.2.3- Resumo de Estações de Monitoramento Rurais	43
V.3.2.4- Sumário dos Dados de Monitoramento Ambiental	45
V.3.2.5- Sumário	46



V.3.3-Ruído	46
V.3.3.1-Ruído Receptores Sensitivos Representativos	47
V.3.3.2-Ruído Níveis Sonoros Monitorados	48
V.3.4-Geologia	50
V.3.4.1-Marcos Teóricos para o EIA/RIMA	50
V.3.5-Geomorfologia	58
V.3.5.1-Geomorfologia Regional	58
V.3.5.2-Geomorfologia da Área de Impacto Direto	61
V.3.6-Solos	62
V.3.6.1-Pedologia Regional	62
V.3.6.2-Capacidade de Uso dos Solos	63
V.3.6.3-Solos da Área de Impacto Direto	63
V.3.7-Topografia	67
V.3.8-Recursos Hídricos	68
V.3.8.1-Hidrologia	68
V.3.8.2-Hidrogeologia	71
V.3.8.3-Qualidade dos Corpos D'água	78
V.3.8.4-Usos Atuais da Água Superficial e Subterrânea	80
V.3.9-Geodinâmica	82
V.3.9.1-Inundações	82
V.3.9.2-Erosão	82
V.4-Meio Biótico	83
V.4.1-Geoprocessamento e Classificação de Imagem de Satélite	83
V.4.1.1-Introdução	83
V.4.1.2 Metodologia	83
V.4.1.3-Resultados	88
V.4.2-Ecosistemas Terrestres	90
V.4.2.1-Vegetação	90
V.4.2.2-Fauna silvestre	98
V.4.3-Ecosistemas Aquáticos	110
V.4.3.1-Introdução	110
V.4.3.2-Justificativas do Escopo de Estudo dos Ecosistemas Aquáticos	111
V.4.3.3-Metodologia	112
V.4.3.4-Resultados	113
V.5-Meio Sócio-Econômico	122
V.5.1-Visão geral	122
V.5.2-Dinâmica Populacional	122
V.5.3-Characterização do Município	124
V.5.4-Organização Social	137
V.5.5-Infra-Estrutura Básica	139
V.5.6-Uso e Ocupação Territorial	142
VI - ANÁLISE INTEGRADA	146
VII - IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	148
VII.1-Introdução	148
VII.2-Meio Físico	149
VII.2.1-Clima e Condições Meteorológicas	149
VII.2.2-Qualidade do Ar	150



VII.2.2.1-Sumário	150
VII.2.3-Ruído	167
VII.2.3.1-Normas e Diretrizes de Ruído Aplicáveis	167
VII.2.3.2-Método Analítico Geral	169
VII.2.3.3-Impactos Associados à Construção	170
VII.2.3.4-Impactos de Atividades Locais	173
VII.2.4-Geologia, Geomorfologia, Solos e Topografia	177
VII.2.4.1-Impactos Associados à Implantação da Usina	177
VII.2.4.2-Impactos Associados à Operação da Usina	179
VII.2.5-Recursos Hídricos	180
VII.2.5.1-Impactos Associados à Construção	180
VII.2.5.2-Impactos Associados à Operação	183
VII.3-Meio Biótico	188
VII.3.1-Ecosistemas Terrestres	189
VII.3.1.1-Vegetação	189
VII.3.1.2-Fauna Silvestre	190
VII.3.2-Ecosistemas Aquáticos	196
VII.3.2.1-Efluentes Líquidos de Origem Sanitária	197
VII.3.2.2-Efluente Térmico	197
VII.3.2.3-Adução de Água do Rio Uruguai	199
VII.4-Meio Sócio-Econômico	199
VII.4.1-Considerações Iniciais	199
VII.4.1.1-A Variável Sócio-Econômica nos EIAs-RIMAs	199
VII.4.1.2-Tipos e Áreas de Impacto	200
VII.4.2-Impactos Sobre a Infra-Estrutura	202
VII.4.2.1-Fase de Implantação	202
VII.4.2.2-Fase de Operação	203
VII.4.3-Impactos sobre Sítios Históricos, Culturais e Arqueológicos	204
VII.4.3.1-Fase de Implantação	204
VII.4.3.2-Fase de Operação	204
VII.4.4-Impactos Sobre os Padrões de Uso do Solo	204
VII.4.5-Impactos Sobre os Aspectos Estéticos	204
VII.4.6-Impactos sobre a Saúde Pública	204
VII.4.6.1-Fase de Construção	204
VII.4.6.2-Fase de Operação	205
VII.4.7-Estabilidade regional	205
VII.4.8-Necessidades Comunitárias	206
VIII-MEDIDAS MITIGADORAS, COMPENSATÓRIAS E PROGRAMAS DE CONTROLE DE MONITORAMENTO	207
VIII.1-Introdução	207
VIII.2-Meio Físico	211
VIII.2.1-Medidas Mitigadoras Associadas ao Solo	211
VIII.2.2-Programa para Controle de Impactos Geológicos e Geomorfológicos	214
VIII.2.2.1-Gerenciamento das Águas Pluviais e Controle da Erosão do Solo e do Assoreamento	214
VIII.2.2.2-Águas Subterrâneas	215
VIII.2.2.3-Criação de Banco de Dados	216



VIII.2.3-Programa para Monitoramento dos Recursos Hídricos	217
VIII.2.4-Programa para Monitoramento dos Recursos Atmosféricos	219
VIII.2.5-Programa de Monitoramento de Ruídos	220
VIII.3-Meio Biótico	221
VIII.3.1-Medidas Mitigadoras e Compensatórias	221
VIII.3.1.1-Ecosistemas Terrestres	221
VIII.3.1.2-Ecosistemas Aquáticos	222
VIII.3.2-Programas de Controle e Monitoramento	223
VIII.3.2.1-Ecosistemas Aquáticos	223
VIII.4-Meio Sócio-Econômico	225
VIII.4.1-Programa de Remanejamento das Populações Urbanas e Rurais	225
VIII.4.2-Programa de Relocação da Infra-Estrutura	225
VIII.4.3-Programas de Saúde Pública	225
VIII.4.4-Programas de Salvamento e Preservação do Patrimônio Histórico, Cultural e Arqueológico	226
VIII.4.5-Programas de Capacitação Técnica	226
VIII.4.6-Projetos de Núcleos de Apoio à Obra	227
VIII.4.7-Plano de Inserção Regional	228
VIII.4.8-Programa de Educação Ambiental	228
VIII.4.9-Plano Diretor de Uso do Solo	229
VIII.4.10-Projeto para Liberação das Áreas Necessárias às Obras	230
VIII.4.11-Programa de Desapropriação e Relocação de Equipamentos Urbanos	230
VIII.4.12-Programa de Operação	231
IX - ANÁLISE DE RISCO	233
IX.1-Análise Histórica	233
IX.2-Identificação dos Perigos	235
IX.2.1-Análise das Instalações	235
IX.2.2-Causas Principais dos Cenários dos Acidentes	236
IX.3-Tipos de Acidentes	238
IX.4-Análise da Vulnerabilidade do Pessoal, Equipamentos e Estruturas Expostas	238
IX.4.1-Sistema de Gás Natural	241
IX.4.2-Sistema de Turbina a Gás	242
IX.4.3-Sistema de Geração de Vapor	243
IX.4.4-Armazenamento de Reserva de Combustível	244
IX.4.5-Sistema de Óleo Lubrificante	244
IX.4.6-Sistema Elétrico	245
IX.4.7-Sistema de Tratamento de Água	245
IX.5-Avaliação e Controle dos Riscos	245
IX.5.1-Estimativa de Frequência e Análise de Risco	245
IX.5.2-Controle de Risco	246
IX.6-Plano de Gerenciamento de Risco	249
Equipe de Trabalho	250
Bibliografia	252



RELATÓRIO DE IMPACTO AMBIENTAL

I - INTRODUÇÃO

Este documento apresenta o Estudo de Impacto Ambiental - EIA e o Relatório de Impacto Ambiental - RIMA associados à implantação e operação de uma usina termoelétrica a gás natural, com potência nominal de 600 MW e respectivas linhas de transmissão (de 230 kV) e adutora d'água, a serem construídas em Uruguaiana, RS pela AES Uruguaiana Empreendimentos Ltda.

O presente documento foi desenvolvido de acordo com:

- Diretrizes do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, estabelecidas em suas Resoluções nºs 001/86, 011/86, 006/87, 001/90, 003/90 e 008/90;
- Legislação Ambiental do Estado do Rio Grande do Sul;
- Roteiro fornecido pelo organismo de financiamento (BID), "GUIDE FOR ASSESSING THE ENVIRONMENTAL IMPACT OF THERMOELECTRIC STATIONS".

II - IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR

Razão Social

AES Uruguaiana Empreendimentos Ltda.

CGC nº 01.600.202/0001-37

Endereço

AES Uruguaiana Empreendimentos Ltda.

Rua Roque Petroni Jr., 999/ 2º andar, sala A

CEP 04707-910

São Paulo - SP

Fone: (011)536-9693

Fax: (011)536-4909

Representante Legal

Henry Aszklar - Presidente



Contato

Marco Antonio Carvalho Gerente de Projetos

Ramo de Atividade

A AES Uruguaiana Empreendimentos Ltda., subsidiária da AES Americas, Inc. de Arlington, Virginia, EUA. A AES Americas Inc., é empresa privada líder no ramo de geração de energia elétrica que possui ou detém participação em 65 unidades geradoras de energia que totalizam mais de 16.000 MW nos seguintes países: Estados Unidos, Reino Unido, Argentina, Paquistão, Hungria, Casaquistão e China.

Além de possuir um capital de US\$ 3.8 bilhões, a AES Americas Inc., possui mais de US\$ 5 bilhões em projetos em construção ou em fase final de desenvolvimento. A AES dedica-se ao suprimento mundial de eletricidade de forma socialmente responsável nos países onde atua.

III - ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS E LOCACIONAIS

III.1-Tecnológicas

A AES Uruguaiana Empreendimentos Ltda. executou um estudo detalhado das diversas alternativas de geração elétrica disponíveis no mercado, que conduziu à seleção final da combustão em ciclo combinado de gás natural como combustível primário para o projeto proposto.

Ainda que as alternativas para geração energética sejam numerosas, poucas são apropriadas para aplicações básicas na faixa de 600 MW de capacidade. Algumas destas tecnologias estão ainda em fase de pesquisa e desenvolvimento por entidades privadas e governamentais, enquanto outras já foram aprovadas comercialmente. Algumas das opções de geração podem ser inicialmente descartadas uma vez que não poderiam atender ao prazo fixado para a construção da usina, previsto para ocorrer entre 1998 e 1999.

A avaliação levou, então, a quatro alternativas que poderiam gerar a capacidade prevista em prazo comercialmente atraente.

Estas alternativas são:

- geração elétrica convencional a vapor, com caldeiras a **carvão pulverizado** e dessulfuração de gases de combustão (Pulverized Coal-PC);
- geração elétrica com caldeiras a carvão em **leito fluidizado** (Fluidized Bed Combustion-FBC);
- geração em **ciclo combinado** com dois combustíveis (gás natural/óleo destilado) em turbinas de combustão com geradores de recuperação de calor (Combined Cycle-CC);



- **gaseificação integrada-planta de ciclo combinado** com capacidade de queimar gás sintético de carvão (Integrated Gasification-Combined Cycle-IGCC).

Após, foram estudadas, com base nas características de cada tecnologia, vantagens e desvantagens significantes. Esta avaliação levou em consideração fatores econômicos, de operação e manutenção, ambientais e de licenciamento. As tecnologias foram também comparadas à luz de outros fatores tais como: consumo energético por kW útil gerado, consumo de água, emissões aéreas, geração de resíduos sólidos, flexibilidade de combustível, complexidade e seqüência de construção.

Para cada critério de avaliação as quatro tecnologias anteriormente citadas foram, então, pontuadas segundo um critério de **mais ou menos** vantajosa. Um resumo dos resultados desta avaliação é apresentado na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1-Comparação de Tecnologias

Fator	Vantagem				Desvantagem			
	CC	PC	FBC	IGCC	CC	PC	FBC	IGCC
Confiabilidade/Disponibilidade	CC	PC					FBC	IGCC
Consumo energético/kW útil gerado	CC	PC	FBC					IGCC
Flexibilidade de combustível		PC	FBC	IGCC	CC			
Emissões aéreas	CC			IGCC		PC	FBC	
Consumo de água	CC			IGCC		PC	FBC	
Geração de resíduos sólidos	CC			IGCC		PC	FBC	
Unidade/tamanhos modulares	CC		FBC			PC		IGCC
Complexidade	CC		FBC			PC		IGCC
Tempo de construção	CC		FBC			PC		IGCC
Estética, ruído, uso do solo	CC		FBC			PC		IGCC



Comparando-se as quatro tecnologias tem-se que:

III.1.1-Combustão em Leito Fluidizado (FBC)

A experiência de geração para unidades na extensão de tamanho usado na avaliação tecnológica (600MW) é muito limitada. A maioria dos sistemas para módulos de FBC será muito similar às existentes operando com carvão pulverizado. Esta tecnologia, entretanto, conduz a controles de SO_x e NO_x dentro da zona de combustão. Uma vantagem das unidades a carvão fluidizado é que são relativamente insensíveis às variações das características de combustão do combustível.

Como resultado, têm associados custos de combustível menores se comparados com outras tecnologias de uso do carvão porque são capazes de queimar tipos de carvões mais baratos. A avaliação da tecnologia concluiu que uma caldeira FBC do tamanho requerido para esta aplicação não está ainda totalmente desenvolvida.

III.1.2-Combustão de Carvão Pulverizado (PC)

Quando comparado com uma unidade de leito fluidizado, a gama de carvões que são combustíveis é mais limitada nas unidades a carvão pulverizado, uma vez que o projeto da unidade é usualmente feito baseado nas características de queima de um determinado tipo de carvão. Portanto, o benefício da diversidade de combustível é menor se comparada a uma unidade a carvão fluidizado, e o risco devido ao custo do combustível é maior.

Adicionalmente, em relação às unidades a carvão em leito fluidizado, as unidades a carvão pulverizado aumentam as emissões de NO_x , aumentam os consumos de água, requerem controles pós combustão de SO_x . Uma desvantagem adicional das plantas a carvão pulverizado é que, com lavadores a úmido, são geradas grandes quantidades de resíduos sólidos que devem ser dispostos de forma aceitável e controlada.

III.1.3-Ciclo Combinado (CC)

Apresenta baixos valores de consumo energético por kW útil gerado, custos de capital relativamente baixos e quantidades de resíduos sólidos, virtualmente negligenciáveis. Estas são apenas três das muitas vantagens associadas às plantas de ciclo combinado.

Estas plantas podem usar gás natural ou óleo destilado. Unidades de ciclo combinado, seja queimando gás natural seja queimando óleo destilado têm o mais curto tempo para licenciamento e de

construção de qualquer unidade de grande escala com uso de cogeração. Esta opção de geração tem a vantagem de baixo custo de capital e pequeno impacto ambiental.

III.1.4-Ciclo Combinado Integrado com Gaseificação (IGCC)

Esta opção oferece o potencial para um melhor controle de emissões aéreas quando se usa carvão como combustível. A obtenção de consumos energéticos por kW útil gerado são comparáveis com outras tecnologias de carvão e requerem a utilização de novas e avançadas turbinas de combustão com temperaturas de queima maiores.

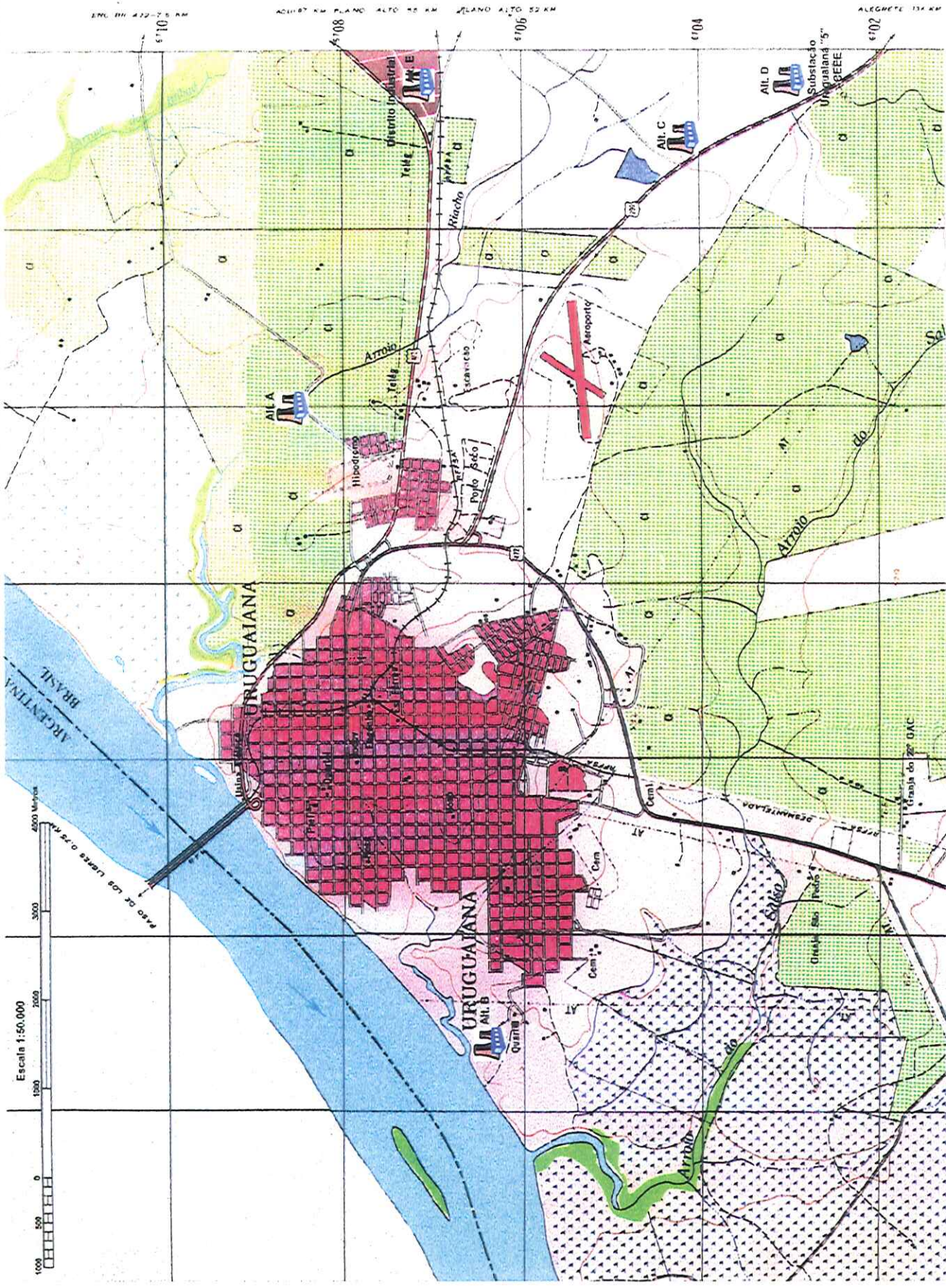
Não existem, até o momento, experiências com instalações que operem com turbinas de combustão avançada e altas temperaturas de chama. Outras desvantagens desta opção incluem a complexidade operacional, o impacto visual associado a instalações a céu aberto de planta de gaseificação, a incerteza do custo associado e a falta de experiência operacional com baterias de gaseificadores.

III.2-Locacionais

Diversas alternativas para a localização da usina foram estudadas e identificou-se 5 prováveis sítios identificados como A, B, C, D e E e cuja localização é apresentada no Mapa 1 apresentado a seguir. As diversas alternativas locacionais foram definidas em função de critérios tais como os descritos abaixo:

- proximidade de fontes de abastecimento d'água;
- proximidade do fornecedor ou fonte de combustível;
- existência de vida aquática no terreno da UTE;
- existência de fontes de emissão aérea na vizinhança;
- potencial para inundação;
- habitat sensível;
- proximidade de áreas de preservação (restritas, de valor histórico cultural ou parques);
- proximidade de áreas habitadas (residências, escolas, hospitais, quartéis);
- existência de zoneamento ou plano diretor de ocupação;
- existência de restrições quanto a altura máxima de chaminés.

A tabela apresentada a seguir indica identifica as vantagens e desvantagens, se estes forem os casos, de cada uma das alternativas estudadas.



Mapa 1 - Alternativas Locacionales



A alternativa **A**, embora localizasse o sítio próximo a fontes de água e combustível, foi descartada devido à falta de acessos adequados. A alternativa **B**, por outro lado, foi imediatamente identificada como a menos atrativa de todas e, conseqüentemente, abandonada. Situa-se em zona alagadiça e muito próxima da zona urbana. A alternativa **C**, embora localizada nas proximidades do acesso à rodovia principal, BR 472, foi descartada em função da existência de restrições quanto a altura máxima de chaminés uma vez que interfere no cone de aproximação do aeroporto municipal.

Quanto à alternativa **D**, embora atrativa devido à proximidade da subestação elétrica da CEEE, foi igualmente abandonada em função da maior distância ao Rio Uruguai, caso a adução viesse a ser feita daquele recurso hídrico. De outro modo, o traçado da linha de gás atravessaria, **obrigatoriamente**, zona de expansão do Município de Uruguaiana uma vez que o crescimento da Cidade dá-se no sentido leste-oeste.



Tabela 2-Critérios para Seleção do Local

CRITÉRIO/ALTERNATIVA	A	B	C	D	E
Proximidade de fontes d'água	sim	sim	ind.	não	ind.
Proximidade do fornecedor ou fonte de combustível	sim	não	ind.	não	ind.
Existência de vida aquática no terreno da UTE	ind.	ind.	não	não	não
Existência de fontes de emissão aérea na vizinhança	não	não	não	não	não
Potencial para inundação	ind.	sim	não	não	não
Habitat sensível	não	não	não	não	não
Proximidade de áreas de preservação (restritas, de valor histórico cultural ou parques)	não	não	não	não	não
Proximidade de áreas habitadas					
residências	ind.	sim	não	não	não
escolas	não	não	não	não	não
hospitais	não	não	não	não	não
quartéis	não	sim	não	não	não
Observância quanto à existência de zoneamento ou plano diretor de ocupação	não	não	ind.	ind.	sim
Existência de restrições quanto a altura máxima de chaminés	não	não	sim	não	não

Notação: ind. = indefinido ou indiferente.



A alternativa restante, E, foi então selecionada. Esta alternativa, em que pese apresentar desvantagens similares a outras alternativas, foi escolhida basicamente em função de:

- estar localizada a uma distância relativamente pequena da subestação da CEEE;
- estar próxima de acessos tais como a BR 472 e UR 204 e RFFSA. A construção da ferrovia e de ambas rodovias já foi objeto de levantamentos na região e já promoveu algum impacto sobre o solo e, o que é mais importante,
- estar localizada em distrito industrial que já conta, inclusive, com licença prévia fornecida pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Roessler - FEPAM.

Considerando a uniformidade regional do ecossistema e a relativa proximidade entre os sítios, as alternativas apresentadas diferem pouco umas das outras do ponto-de-vista de ambiental pois os impactos sobre os meios físico e biológico seriam da mesma importância. Deste modo, a decisão sobre a escolha da alternativa E levou em consideração aspectos não menos importantes como os técnico e econômico.

IV - DADOS DO EMPREENDIMENTO

IV.1- Caracterização do Empreendimento

IV.1.1- Informações Gerais

A empresa AES Uruguaiana Empreendimentos Ltda. está se propondo a construir, operar e ser a proprietária de uma usina termelétrica a gás natural de 600 MW na cidade de Uruguaiana, Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. A AES Americas é uma corporação privada que instala e opera plantas de geração de energia ao redor do mundo. O investimento envolvido na instalação proposta é de aproximadamente US\$ 300 milhões. A energia elétrica gerada será comprada pela Companhia Estadual de Energia Elétrica- CEEE por um período de 20 anos.

O projeto proposto representa a primeira usina termelétrica a gás natural a operar no Brasil e melhorará o balanço energético brasileiro através do emprego de um insumo limpo como combustível primário e disponibilizará 600 MW à matriz energética nacional.

A usina queimará gás natural durante 350 dias/ano. De junho a agosto o suprimento de gás natural será reduzido a 300.000 m³/dia. Nesta taxa de suprimento, a instalação operará apenas em ciclo simples.

Com o objetivo de aumentar o suprimento de combustível ou na falta de gás natural, a usina poderá utilizar também óleo combustível. A subsidiária AES Brasil Elétrica Ltda. está, atualmente, negociando suprimentos adicionais de gás natural e óleo combustível para o período junho-agosto.



O uso de gás natural como combustível primário trará como resultado emissões mínimas de SO_2 . Quando gás natural estiver sendo queimado em combustores do tipo seco de baixo NO_x , garantirão emissões mínimas daqueles poluentes. As emissões a serem geradas na unidade proposta serão consideravelmente inferiores às produzidas por unidades geradoras que empregam o carvão mineral como combustível.

O gás natural a ser empregado na usina será fornecido pela empresa argentina Transportadora de Gas del Norte S.A. - TGN. O gás será proveniente de reservas da companhia argentina YPF existentes na bacia de Neuquén e transportado por gasoduto de propriedade da TGN. Um ramal extra de 440 km de extensão será construído pela TGN para transportar o gás até o local da usina.

A PETROBRÁS S.A. importará o gás da YPF através da SULGÁS, companhia gaúcha de distribuição de gás, que o venderá à empresa responsável pela operação da usina - AES Uruguaiana Empreendimentos Ltda.. Existe um compromisso contratual entre PETROBRÁS, YPF, TGN E SULGÁS que garante o fornecimento do gás natural à usina.

A energia gerada na usina será conduzida à subestação da CEEE, localizada junto à BR290, a 5km ao sul do sítio onde deverá ser instalada a usina. Será ainda construída uma nova linha de transmissão de 230 kV, com 130 km de extensão, interligando esta subestação àquela da cidade de Alegrete, com vistas a possibilitar o pleno escoamento da energia elétrica gerada na usina.

IV.1.2-Objetivos

Estudos realizados pela Companhia Estadual de Energia Elétrica-CEEE, identificaram a necessidade de um aumento na capacidade de geração de energia elétrica do Rio Grande do Sul, especialmente na região oeste, ponta do sistema brasileiro interligado.

Para atingir tal objetivo o Estado do Rio Grande do Sul e o Brasil devem contar com fontes alternativas confiáveis de geração de energia elétrica, a fim de atender suas demandas industriais, comerciais e residenciais reprimidas. O projeto aqui proposto para instalação e operação de uma usina termelétrica a gás natural de 600 MW visa atender às seguintes metas, objetivos e necessidades:

- garantir a qualidade e expansão do setor elétrico nacional através do suprimento de energia de base, na ponta do sistema interligado;
- produzir, a preço competitivo, fonte de energia alternativa e ambientalmente limpa;
- atrair investimentos de capital privado para a infra-estrutura de geração de energia elétrica no país;
- oferecer infra-estrutura capaz de aumentar a competitividade dos 3 setores produtivos regionais;
- dinamizar, no âmbito do MERCOSUL, o comércio e a integração através da importação de gás natural argentino;
- ampliar a oferta de emprego na região de Uruguaiana;
- melhorar as condições sócio-econômicas através de uma substancial injeção de capital nas economias local e regional que assegurará importante impulso ao desenvolvimento da metade sul do Estado.

IV.1.3-Área Proposta para Implantação

O sítio proposto para a instalação da usina, está localizado no Distrito Industrial de Uruguaiana, alternativa E já apresentada anteriormente. A cidade está localizada às margens do Rio Uruguai que forma a fronteira com a Argentina. Uruguaiana é o 13º município gaúcho em termos de população, contando com aproximadamente 118.000 habitantes, dos quais 106.000 vivem na zona urbana. Uruguaiana é um centro em que predominam as atividades agropecuárias e comerciais em detrimento das industriais.

O lote a ser adquirido pela AES Uruguaiana Empreendimentos Ltda. ocupará uma área total de 38 hectares. As instalações industriais, por outro lado, ocuparão uma área total de 4 ha. O sítio está localizado próximo à junção da BR 472 com a rodovia UR 204. O terreno está limitado, ao norte pela



BR 472, ao sul pela estrada de ferro da RFFSA, ao oeste e ao leste por lotes do distrito industrial ainda não ocupados porém próximo ao lote da Cooperativa Agrícola Uruguaiana Ltda. - CAUL.

O sítio está localizado a aproximadamente 12 km da ponte internacional Brasil-Argentina e consiste de terreno plano caracterizado por vegetação gramínea ou baixa. A vegetação nativa da região do distrito industrial do município já foi totalmente substituída e predominam, ao seu redor, terras cujo uso destinam-se basicamente à agricultura e pastagem.

O Mapa 2, apresentado a seguir, identifica a localização geral do sítio em relação à cidade de Uruguaiana. O Mapa 1, já apresentado anteriormente, identifica os limites do terreno no qual deverá ser instada a Usina e a área a ser ocupada pela unidade industrial propriamente dita.

IV.1.4-Apresentação dos Empreendimentos Associados e Decorrentes

Os empreendimentos associados à Usina Termelétrica de Uruguaiana serão uma adutora d'água, linhas de transmissão e um gasoduto.

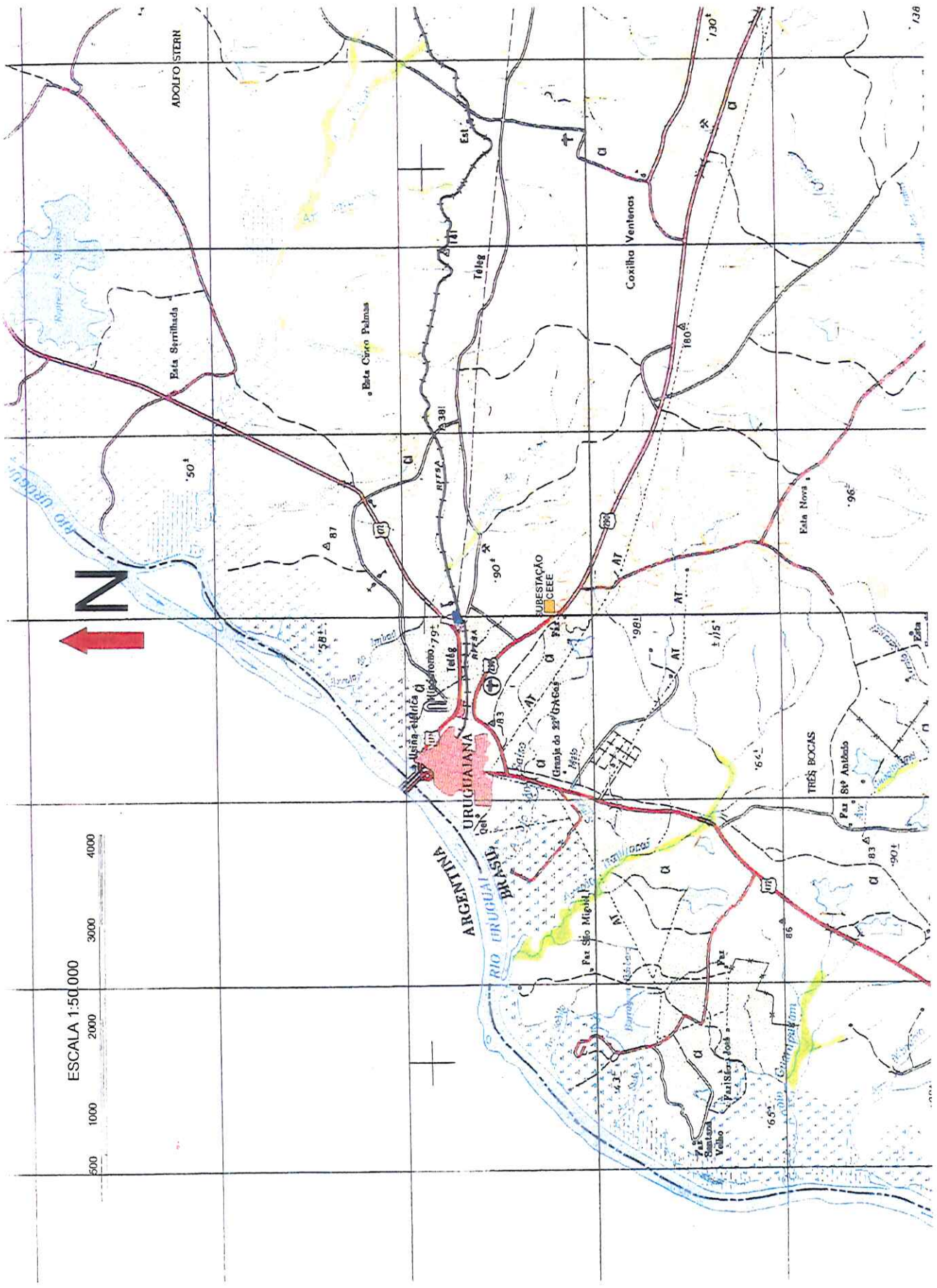
Caso a água para atender às necessidades da planta provenha do Rio Uruguai está será feita através de adutora de aproximadamente 8 km que será construída como parte do projeto. A AES, entretanto, estuda a possibilidade de abastecer a usina através de poços de água subterrânea. A AES Uruguaiana Empreendimentos Ltda. construirá também duas novas linhas de transmissão de 230 kV que conectarão a nova usina à subestação da CEEE localizada em Uruguaiana e também a Subestação da CEEE à Subestação de Alegrete localizada no Município de Alegrete.

Finalmente, quanto ao fornecimento de gás natural este será proveniente de reservas argentinas, ficando a cargo da PETROBRÁS e SULGÁS a construção, operação e manutenção do gasoduto que transportará o combustível. O gasoduto será objeto de licenciamento independente e não será, portanto, considerado neste estudo.

IV.1.5-Justificativas

IV.1.5.1-Sócio-Econômicas

O projeto, contratado pelo Governo do Estado do Rio Grande do Sul, através da Companhia Estadual de Energia Elétrica, significa a retomada de investimentos na área de geração térmica no Rio Grande do Sul, que importa mais do que 50% da energia elétrica consumida, e a instalação da usina prorroga o "blackout" previsto para ocorrer no Estado no período 1997-99 sobretudo na região de implantação do empreendimento (sudoeste).



Mapa 2 - Localização Geral do Sítio



A queima de um combustível limpo torna praticamente desnecessário o tratamento dos efluentes gerados e, como consequência, torna o preço do kWh gerado muito atrativo se comparado com outras fontes de energia térmica tais como as que empregam carvão mineral e óleo combustível.

A termelétrica servirá como um componente essencial à infra-estrutura energética regional. A energia disponível é crítica para a indústria e comércio do estado e país e o projeto ajudará a atender a crescente demanda de eletricidade no sul do Brasil.

Com um investimento total de aproximadamente US\$ 300 milhões, o projeto será responsável por uma substancial injeção de recursos na econômica local e regional.

O projeto traz, ainda, os seguintes benefícios:

- geração de recursos financeiros oriundos de ICMS sobre energia vendida;
- potencialização do desenvolvimento de parque termelétrico a partir do uso do gás natural;
- melhoria das condições operacionais do Sistema Interligado Brasileiro;
- aumento de oferta de energia firme, de origem térmica, pela viabilização do empreendimento a curto prazo, tendo em vista as condições atuais do fornecimento;
- potencialização dos investimentos realizados em unidades hidrelétricas, pelo aumento de oferta de energia firme no sistema por conta de geração termelétrica;
- desenvolvimento estratégico do parque termelétrico brasileiro, em consonância com as diretrizes do Plano de Expansão do Setor Elétrico até 2015;
- oportunidade de participação na geração de energia elétrica no Brasil;
- garantia de retorno do investimento, com riscos empresariais adequados às características do empreendimento;
- melhoria de utilização do parque industrial brasileiro com possíveis repercussões junto aos países do MERCOSUL;
- capacitação da engenharia nacional, por meio do planejamento, projeto, construção, fabricação, montagem e operação de usinas térmicas a gás natural.
- melhoria dos níveis de tensão da região Oeste do estado e norte após a interligação dos sistemas Norte e Oeste;
- melhoria da confiabilidade de suprimento aos consumidores da região;
- melhoria acentuada da estabilidade dinâmica do sistema;
- disponibilidade de suprimento de novas cargas (industriais/comerciais) advindas do crescimento do MERCOSUL, além da natural expansão do mercado;



- disponibilidade de suprimento de energia elétrica, notadamente durante os períodos de estiagens, épocas em que a operação das hidrelétricas fica comprometida.

IV.1.5.2-Locacionais

Dentre as diversas alternativas estudadas para a localização da usina termelétrica a gás natural de Uruguaiana já descritas anteriormente, a alternativa E foi selecionada pois, embora difira pouco de outras das alternativas consideradas do ponto-de-vista de impacto aos recursos naturais da região, aspectos não menos importantes como os técnico e econômico têm, obrigatoriamente, que ser considerados.

Deste modo, a alternativa E foi escolhida em levando-se em consideração aspectos tais como:

- proximidade de fontes d'água;
- proximidade do fornecedor ou fonte de combustível;
- fraco potencial de inundação do sítio;
- localização a distância relativamente pequena da subestação da CEEE;
- proximidade de acessos tais como a BR 472 e UR 204 e RFFSA. A construção da ferrovia e de ambas rodovias já foi objeto de levantamentos na região e já promoveu algum impacto sobre o solo e, o que é mais importante,

- localização em distrito industrial que já conta, inclusive, com licença prévia fornecida pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Roessler - FEPAM.

IV.1.5.3-Técnicas

Como já mostrado anteriormente na Tabela 1, as plantas de ciclo combinado possuem características positivas em quase todas as categorias examinadas. Os atributos positivos para as plantas a carvão (flexibilidade de combustível e abundância de suprimento) são deslocados um pouco pelos aspectos negativos de tais plantas (maiores emissões aéreas, alto consumo de água e geração de resíduos sólidos).

A gaseificação do carvão requer integração extensiva no ciclo de vapor da planta a ciclo combinado, com a finalidade de ser competitiva numa base de consumo energético por kW útil gerado. Muitas incertezas ainda permanecem com relação ao futuro desenvolvimento de baterias de gaseificadores.

Para as alternativas de queima de carvão, é estimado que o carvão bruto requerido para a planta de queima de carvão de 600MW, seria de aproximadamente 14 milhões de toneladas/ano. A planta de geração teria um maior consumo de área física do que uma planta de queima de gás devido a diferença de

tamanho de suas caldeiras. No entanto, a maior diferença em consumo de área entre as mesmas é devido ao espaço necessário ao manuseio e estocagem de carvão e cinzas.

Embora as tecnologias de ciclo combinado e de carvão pulverizado sejam consideradas desenvolvidas e o mercado para combustão em leito fluidizado esteja em rápida expansão, não existem plantas de grande escala, integradas somente para produção de energia elétrica correntemente em construção e operação. Até que as baterias de gaseificadores sejam demonstradas em um sistema de produção, o desenvolvimento comercial desta tecnologia está ainda em andamento.

Das alternativas consideradas na avaliação tecnológica, nenhuma mostrou-se superior à tecnologia do ciclo combinado. As plantas a ciclo combinado têm um ótimo recorde de operação e são bem apropriadas para a aplicação proposta. Apresentam ainda tempo de implantação mais curto do que a maioria das tecnologias e, o que é mais importante, os impactos ambientais associados são menores se comparados a outras tecnologias em todos os aspectos que dizem respeito ao ar, à água e aos resíduos sólidos.

IV.1.5.4-Ambientais

O impacto de uma usina termelétrica é diretamente ligado ao tipo de insumo energético utilizado para a geração. No presente caso, o insumo energético que se fará disponível para uso na geração é de fácil combustão, não gerando, portanto, fuligens e seu efluente de combustão é o mais limpo, entre os combustíveis disponíveis no mercado, sendo somente superado pela queima de hidrogênio, cuja tecnologia de uso não é de domínio industrial.

A experiência internacional, não somente de empreendimentos associados à AES mas como também de outras empresas, têm mostrado que a queima de gás natural mantém a contaminação dos recursos naturais a níveis mínimos.

A melhor eficiência do processo de queima, se comparada à combustão de combustíveis tradicionais como o carvão e o óleo combustível, aliada aos baixíssimos teores de enxofre e material particulado presentes no gás efluente, tornam este processo muito atrativo do ponto-de-vista ambiental. Unidades de capacidade similar à que será instalada em Uruguaiana podem ser encontradas encravadas em zonas residenciais nos Estados Unidos e na Europa.

O gás natural queimado em sistema de turbina a gás e vapor em ciclo combinado para a geração de energia elétrica é a tecnologia que apresenta o menor consumo energético por kW útil gerado, o que aponta para uma preservação ambiental da atmosfera, pois se vai gerar mais kW por CO₂ emitido.



IV.1.6-Histórico do Empreendimento

O marco inicial do empreendimento foi o “Estudo de Viabilidade Técnico-Econômica da Implantação de uma Usina Termelétrica a Gás Natural em Uruguaiana”, dezembro/1995, realizado em parceria por:

- AES America Inc. e suas subsidiárias AES Brasil Elétrica e AES Energia da Argentina;
- Companhia Estadual de Energia Elétrica - CEEE;
- Companhia de Gás do Estado do Rio Grande do Sul - SULGÁS;
- Secretaria de Estado de Energia, Minas e Comunicações do RS.

O tema tomou imediata direção em favor de estudos com vistas à implantação de uma usina térmica a gás natural argentino na fronteira Brasil-Argentina no Município de Uruguaiana.

A escolha da localização para o empreendimento levou em consideração, fundamentalmente, dois aspectos que são:

- o abastecimento de gás natural da Região da Serra Gaúcha e Região Metropolitana de Porto Alegre a ser feito com o gás boliviano a ser importado pela Petrobrás e distribuído pela Sulgás, e
- a baixa confiabilidade de atendimento e demanda reprimida concentrada na Região Oeste do Rio Grande do Sul.

As considerações e análises apresentados no estudo definiram todas as condicionantes que envolvem a factibilidade do empreendimento alvo. O estudo concluiu que um projeto de geração de energia elétrica através de uma usina térmica a gás natural é viável, tanto técnica como economicamente.

IV.1.7-Órgão Financiador

Os recursos necessários à implantação da Usina Termelétrica de Uruguaiana, no valor de US\$ 300,000,000 serão buscados junto ao Interamerican Development Bank - IDB.

IV.2-Descrição do Empreendimento

IV.2.1-Processo Industrial

O objetivo deste documento é apresentar a descrição sumária do processo para a geração termelétrica na Usina Termelétrica de Uruguaiana - UTE Uruguaiana, que tem por objetivo gerar 527 MW de potência líquida na condição de projeto, podendo atingir até 600 MW na condição de queima suplementar.



A UTE Uruguaiana terá a concepção de ciclo combinado, ou seja, haverá a geração de energia elétrica diretamente nas turbinas de combustão, com a posterior recuperação de calor dos gases quentes provenientes das turbinas nas caldeiras de combustão, que por sua vez produzirão vapor d'água, a ser expandido em uma turbina a vapor, gerando energia elétrica adicional.

Por ser de ciclo combinado, empregará dois ciclos termodinâmicos distintos e tradicionalmente utilizados na produção de energia elétrica a partir de processos térmicos quais sejam: o Ciclo Brayton, típico de turbinas a gás e o Ciclo Rankine, típico de turbinas a vapor. A tecnologia a ser empregada na instalação, tornará a planta proposta em uma das usinas mais limpas, do ponto-de-vista ambiental, existentes no mundo.

A Figura 1 apresenta um diagrama simplificado do processo industrial, identificando insumos, equipamentos e operações. A Figura 2, por outro lado, apresenta um layout dos equipamentos.

A usina termelétrica de Uruguaiana é projetada para operação cíclica ou na base, sendo capaz de operar seguindo o despacho do sistema.

Os seguintes equipamentos e sistemas principais fazem parte integrante da instalação:

- 02 (duas) turbinas de combustão Westinghouse 501F com seus respectivos geradores elétricos acoplados;
- 02 (duas) caldeiras de recuperação (HRSG) com suas respectivas chaminés;
- 01 (uma) turbina a vapor com seu respectivo gerador elétrico acoplado;
- 01 (um) condensador;
- 01 (um) sistema integrado de controle da planta;
- sistemas auxiliares e utilidades.

A turbina de combustão é projetada para operar com gás natural, mas poderá operar, alternativamente, com óleo combustível ou diesel nos casos de indisponibilidade do gás natural. O combustível é queimado na seção de combustão, após a qual os gases quentes se expandem através dos estágios da turbina. A turbina de combustão é diretamente acoplada a seu gerador, o qual é refrigerado a hidrogênio.

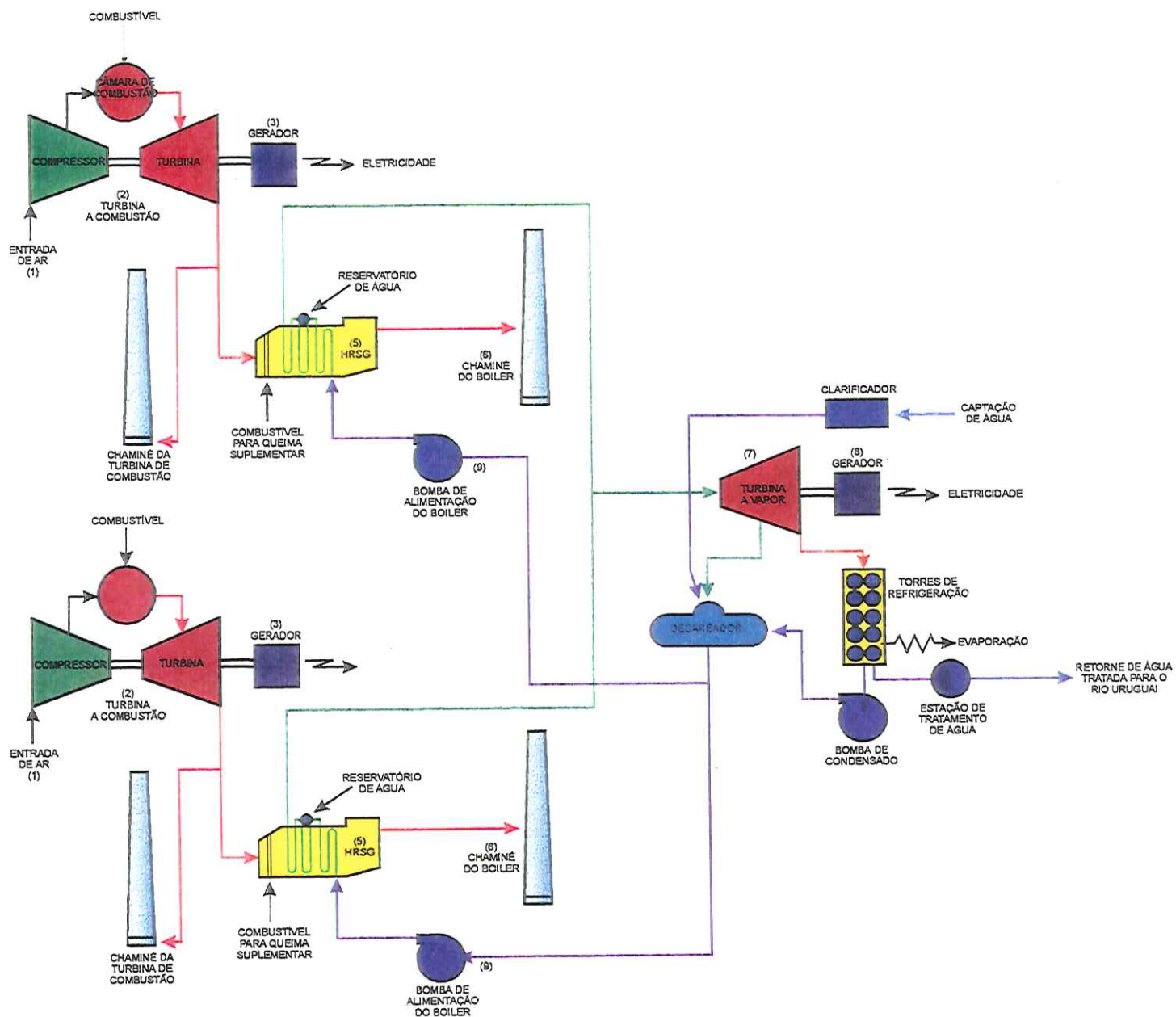


Figura 1-Diagrama Simplificado do Processo Industrial

- 1 - SALA DE CONTROLE
- 2 - PRÉDIO DA ADMINISTRAÇÃO
- 3 - OFICINA
- 4 - TRATAMENTO DE ÁGUA
- 5 - TURBINA A COMBUSTÃO
- 6 - TURBINA A VAPOR
- 8 - BOILER "HRSG"
- 9 - BOMBA D'ÁGUA P/ CIRCULAÇÃO
- 10 - TORRE DE RESFRIAMENTO
- 11 - TANQUE DE ÓLEO
- 12 - TRANSFORMADOR DO GERADOR DA TURBINA A COMBUSTÃO
- 13 - TRANSFORMADOR DA TURBINA A VAPOR
- 16 - TANQUE DE NEUTRALIZAÇÃO
- 17 - TANQUE DE ARMAZENAMENTO DE CONDENSADO
- 18 - ÁREA DE "MAKEUP"
- 19 - ÁREA DE TRATAMENTO QUÍMICO DE EFLUENTES DO PROCESSO
- 25 - FILTRO DE ENTRADA DE AR DA TURBINA DE COMBUSTÃO
- 27 - BOMBA DE ALIMENTAÇÃO DO BOILER
- 28 - TANQUE DE ÁGUA BRUTA
- 34 - CHAMINÉ DE "BYPASS"
- 35 - CHAMINÉ DO HRSG

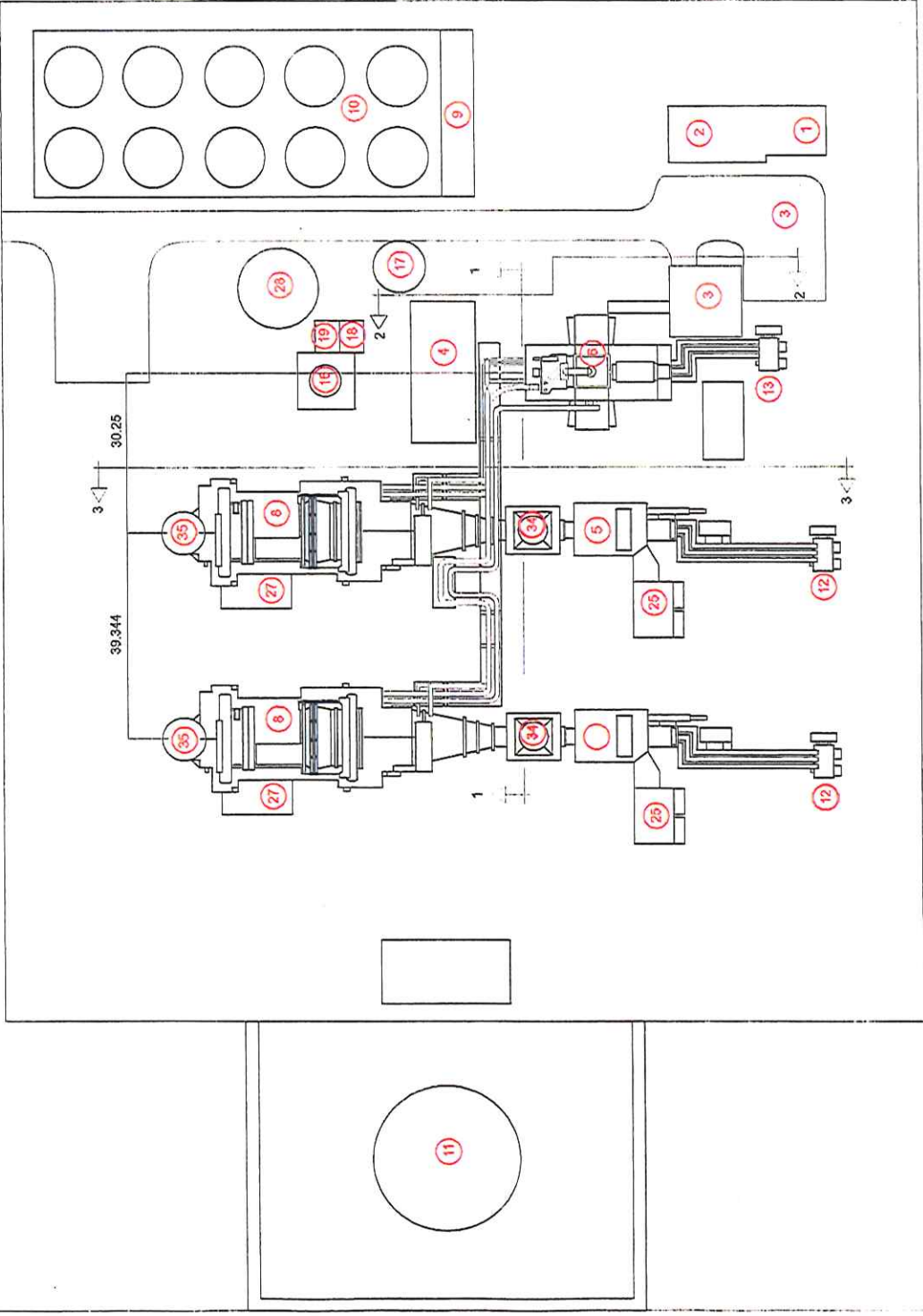


Figura 2-Lay-Out da Planta

A área de estocagem para óleo, com capacidade para 72 horas de operação contínua na base, é prevista como “*back-up*”, ou reserva técnica estratégica, de combustível no caso de falha no suprimento de gás natural. O tanque está instalado em um dique de contenção, para eventuais vazamentos, conforme preconizam as normas técnicas.

Quanto à água (para uso industrial e doméstico) necessária ao abastecimento da usina, esta será aduzida diretamente do Rio Uruguai, localizado a aproximadamente 12 km ao oeste do provável sítio de implantação da usina. A AES também estuda a possibilidade de aduzir água subterrânea, opção mais econômica e ambientalmente correta uma vez que causa menos impacto ao meio físico. A água aduzida, seja ela do Rio Uruguai ou subterrânea, será bombeada para tanque de estocagem de água bruta e daí distribuída aos diversos setores da usina.

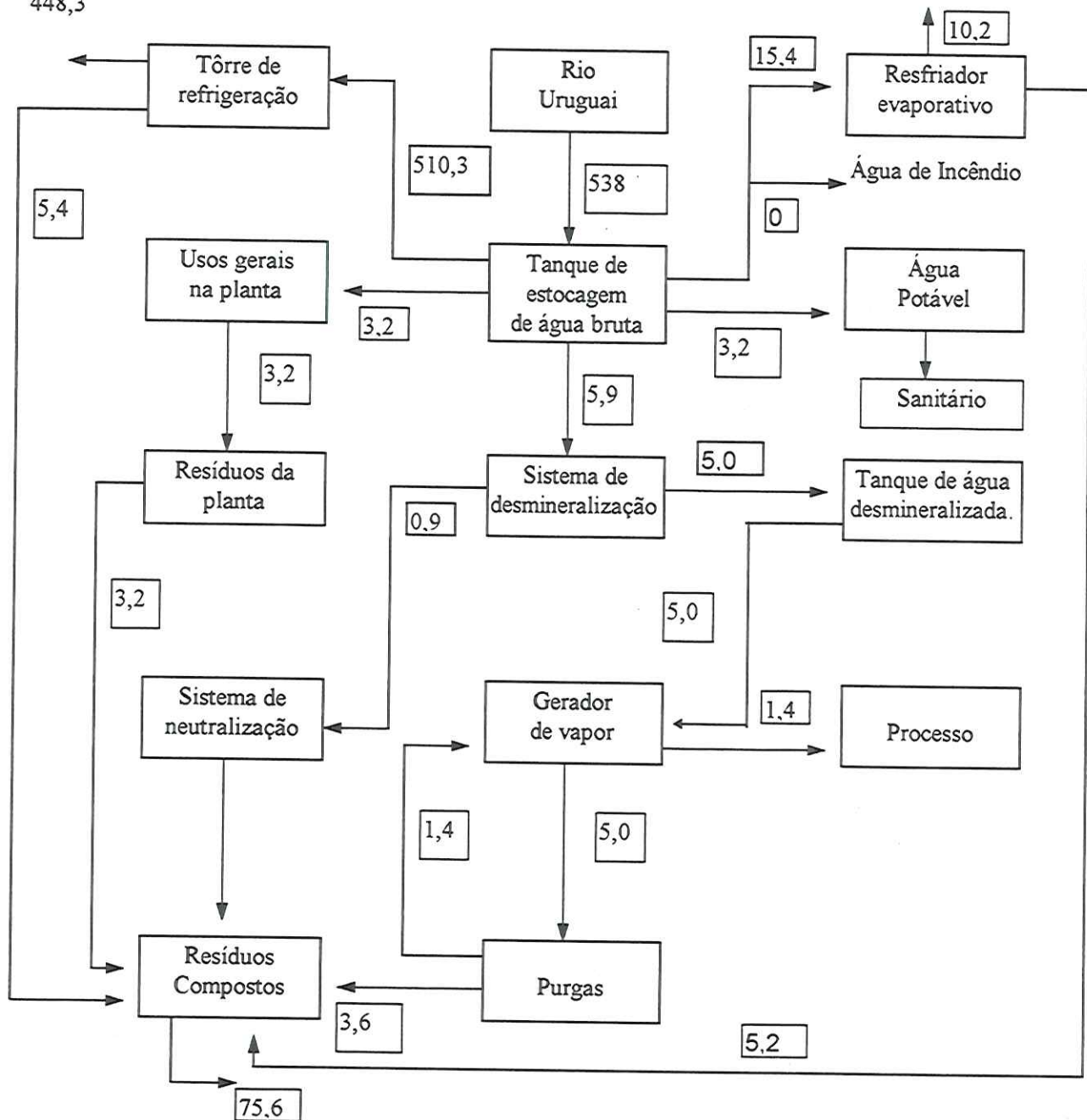
O consumo total de água pela usina, a plena carga e queimando gás natural, será da ordem de 0,150 m³/s. A tubulação seguirá o traçado definido para as linhas de gás natural. Caso a água que abastecerá a usina provenha do Rio Uruguai, a mesma estrutura usada na adução transportará a água de processo, após tratamento, de volta ao Rio.

A adução será feita através de tubulação a ser construída como parte do projeto. O ponto de coleta se dará em ponto próximo à Ponte Internacional Brasil-Argentina. A Figura 3, apresentada a seguir, apresenta um diagrama do balanço hídrico da planta indicando os consumos básicos de água nas diversas operações industriais.

Quanto à água (para uso industrial e doméstico) necessária ao abastecimento da usina, esta será aduzida diretamente do Rio Uruguai, localizado a aproximadamente 12 km ao oeste do provável sítio de implantação da usina. A AES também estuda a possibilidade de aduzir água subterrânea, opção mais econômica e ambientalmente correta uma vez que causa menos impacto ao meio físico. A água aduzida, seja ela do Rio Uruguai ou subterrânea, será bombeada para tanque de estocagem de água bruta e daí distribuída aos diversos setores da usina.

Informações bastante detalhadas sobre todos os sistemas da usina podem ser encontradas nos volumes que compõem o Estudo de Impacto Ambiental deste documento, Volumes 1 a 3.

Evap.+Perd.
448,3



1	Água bruta total	538 m ³ /h	9	Resíduo de desmineralização	0,9 m ³ /h
2	Proteção contra incêndio	0 m ³ /h	10	Uso geral na planta	3,2 m ³ /h
3	Água potável	3,2 m ³ /h	11	Resíduos da planta	3,2 m ³ /h
4	Reposição da torre de resfriamento	510,3 m ³ /h	12	Reposição do gerador de vapor	5,0 m ³ /h
5	Evaporação e perdas da torre	448,3 m ³ /h	13	Purgas dos HP/IP/LP	5,0 m ³ /h
6	Purgas da torre	5,4 m ³ /h	14	Purgas	3,6 m ³ /h
7	Reposição do desmineralizador	5,9 m ³ /h	15	Perdas de processo	1,4 m ³ /h
8	Produto da desmineralização	5,0 m ³ /h	16	Purgas do evaporador-resfriador	5,2 m ³ /h
			17	Resíduos compostos	75,6 m ³ /h

Figura 3-Balanco Hídrico da UTE Uruguiana , fonte: Promon/Westinghouse



IV.2.2-Insumos

O consumo de gás será de 2.500.000 m³/dia durante 320 dias/ano. Durante 30 dias/ano (entre junho e agosto) o consumo de gás natural será reduzido a 300.000 m³/dia. Nos restantes 15 dias do ano a usina não queimará gás ou óleo e o período será empregado para manutenção preventiva. Em casos de emergência a usina poderá usar diesel ou um “blend” diesel/óleo combustível (Classes 1B ou 2B) a uma taxa de 20.000 m³/dia e limitado, em qualquer caso, a um teor total de enxofre de 1,5%. No período em que o suprimento de gás for reduzido, a usina operará apenas em ciclo simples.

A PETROBRÁS será responsável pela entrega de gás à usina, através da SULGÁS, na quantidade de 2.500.000 m³/dia. Um tanque de teto fixo com capacidade para 7.570.000 L será instalado no local para estocagem do diesel ou óleo combustível. O emprego de tanques de teto fixo para a estocagem do óleo combustível é uma boa prática de engenharia devido a baixa pressão de vapor apresentada por este combustível. Este tanque contará com diques de contenção para proteção, em caso de derramamentos.

O consumo total de água pela usina, a plena carga e queimando gás natural, será da ordem de 0,150 m³/s. Esta quantidade será aduzida diretamente do Rio Uruguai ou de poços de água subterrânea. A água necessária será empregada em funções que incluem, entre outras, as seguintes: resfriamento, reposição, uso doméstico e serviços gerais da planta. As maiores necessidades da instalação dizem respeito às quantidades necessárias à refrigeração (aproximadamente 98% do total) e ao controle do NO_x, neste último caso, quando o combustível empregado for óleo.

No que diz respeito à refrigeração, a usina empregará torres de resfriamento de recirculação úmidas para remover o calor de condensação gerado na caldeira. Os outros usos d’água incluem proteção contra incêndios, água de serviço para a limpeza da caldeira de recuperação de vapor, água de “make up” e água de lavagem de limpeza química e das palhetas da turbina. Pequena quantidade de água potável serão necessária para uso sanitário.

Quanto a outros insumos, quantidades limitadas de óleos lubrificantes, fluidos hidráulicos e produtos químicos para tratamento de água outros produtos serão também empregadas e armazenadas em “containers” cuja capacidade não excederá 200L e colocados em áreas que terão pavimento concretado e/ou diques de contenção. Quantidade limitadas de lubrificantes e outros produtos químicos industriais serão estocados em “containers” cuja capacidade não ultrapassa a de 208,2 L e armazenados em áreas que disporão de piso de concreto e sistema de contenção.



IV.2.3-Produtos

A planta proposta produzirá 600 MW de energia elétrica, que serão distribuídos ao sistema elétrico interligado da Companhia Estadual de Energia Elétrica-CEEE, através de um sistema de linhas de transmissão que ligarão a planta à subestação de Uruguaiana 5 (localizada aproximadamente 5 km ao sul do sítio escolhido) e também à subestação da cidade de Alegrete (localizada a aproximadamente 130 km) ambas pertencentes à CEEE. A subestação de Uruguaiana 5 está localizada junto à BR 290 a aproximadamente 5 km ao sul do sítio previsto à aproximadamente 13,5 km da ponte internacional Brasil-Argentina. Será ainda construída um novas linha de transmissão de 230 kV com 130 km de extensão, conectando a usina à subestação da cidade de Alegrete.

IV.2.4-Resíduos

Apresenta-se a seguir informações sobre a geração de efluentes líquidos e sua disposição. O volume total de águas residuais geradas pela operação da usina será de aproximadamente 0,021 m³/s. Os efluentes líquidos gerados podem ser reunidos em 3 grupos gerais que são:

- purgas do sistema de resfriamento;
- água residual do processo oriunda do sistema de tratamento de água de reposição da caldeira de recuperação de calor, drenagens de piso e equipamentos, purgas da caldeira e drenagens da área (incluindo a coleta do pluvial);
- esgoto doméstico.

O esgoto doméstico será segregado de outras correntes líquidas e tratado em fossas sépticas. Os efluentes gerados serão previamente tratados antes da descarga final que poderá ser:

- no Rio Uruguai, neste caso através de tubulação que seguirá o mesmo traçado da adutora e gasoduto, ou
- no Arroio Imbaá, afluente do Rio Uruguai, que corre no sentido leste-oeste e está localizado a aproximadamente 2 km ao norte do sítio escolhido para implantação da Usina.



O projeto proposto aqui, para construção de uma termoeétrica de ciclo combinado, garantirá, do ponto de vista ambiental, ser este empreendimento um dos mais limpos do mundo devido ao uso de gás natural como combustível primário (ou óleos combustíveis de baixo teor de enxofre durante os períodos em que o suprimento de gás natural é reduzido).

Durante a etapa de construção da usina, serão gerados aproximadamente 2.000 m³ de resíduos de construção (consistindo de madeira, blocos, concreto, papel e outros resíduos variados). Os resíduos serão estocados em áreas próprias para deposição e transportadas, por empresa contratada, para aterro licenciados. Durante a operação da planta, a geração de resíduos sólidos será reduzida a um mínimo. As aproximadamente 75 t/ano de resíduos domésticos gerados pela unidade serão dispostos em locais adequados por empresa particular contratada. Adicionalmente, a manutenção periódica normal da instalação gerará pequenas quantidades de resíduos sólidos em base intermitente. Os resíduos sólidos associados ao tratamento de águas residuais serão coletados e dispostos no local.

IV.2.5-Ruídos e Vibrações

As principais fontes de ruídos da planta estão associadas a ventiladores, turbinas, bombas e geradores. Os detalhes específicos dos níveis de som das principais fontes de ruídos serão apresentados no EIA. A planta será construída de acordo com as leis federais quanto a ruído aplicáveis ao caso. Como regra, a maioria dos equipamentos que apresentam componente de ruído associado, serão isolados visando a redução de ruído. Ventiladores, por exemplo, serão orientados de modo a dirigir o som para longe de receptores sensíveis a ruídos. Finalmente, vale lembrar que a área total a ser construída corresponde a menos de 50% da área total do sítio da AES. A área remanescente será destinada à construção de cinturão verde que garantirá o atendimento à legislação vigente nos limites do terreno.

A Westinghouse garante a entrega de equipamentos que gerarão níveis de ruídos que atenderão não somente aos padrões nacionais e locais bem como aos padrões mundiais uma vez que a obra será financiada pelo Interamerican Development Bank-IBD. O nível de ruído esperado em torno do envelope de contorno dos principais equipamentos da usina, resultante da operação do ciclo combinado na condição estacionária de carga, é de 90 dB(A) ou menor quando medido a uma distância horizontal de 1 metro da superfície dos principais equipamentos e a uma altura de 1,5 metro acima do solo.

O nível de ruído ambiente esperado é de 70 dB(A) ou menor, considerando uma distância de 122 metros das superfícies dos principais equipamentos. Estes valores não consideram condições de transientes, partidas, paradas e situações de emergência.

IV.2.6-Infra-estrutura Associada

Caso a água para atender às necessidades da planta provenha do Rio Uruguai está será feita através de adutora que será construída em aço galvanizado e com diâmetro de 12-18 cm.

Tendo em vista o impacto sobre o solo, causado pela construção do gasoduto, das linhas de adução d'água e retorno de efluente industrial tratado, a AES Uruguaiana Empreendimentos Ltda. está negociando com a SULGÁS, responsável pelo fornecimento do gás, a construção de estrutura única contendo o gasoduto e as duas linhas d'água. O traçado a ser seguido levará em consideração aspectos ambientais, técnicos e econômicos.

Por outro lado, caso a água venha a ser aduzida de poços de água subterrânea, serão instalados 3 poços que garantirão a abastecimento da usina nas quantidades necessárias. Os poços serão construídos com tubulação de 12-18 cm de diâmetro e em aço galvanizado.

O combustível primário, gás natural, proveniente de reservas da companhia argentina YPF existentes na bacia de Neuquén, será fornecido pela empresa argentina Transportadora de Gas del Norte S.A.-TGN. e transportado por gasoduto já existente e de propriedade da TGN. Para alcançar a cidade de Uruguaiana, entretanto, será construído um ramal extra de 440 km de extensão. Do lado brasileiro, a construção, operação e manutenção do gasoduto bem como o fornecimento do gás à usina ficarão a cargo da PETROBRÁS e da SULGÁS, companhia gaúcha de distribuição de gás.

Como parte do projeto, a AES Uruguaiana Empreendimentos Ltda. também construirá duas novas linhas de transmissão de 230 kV que conectarão:

- a nova usina à subestação da CEEE localizada aproximadamente 4 km ao sul do sítio proposto para o empreendimento junto à BR290 e,

- a Subestação da CEEE à Subestação de Alegrete localizada no Município de Alegrete, situado 125 km ao sudeste de Uruguaiana.

Os impactos ambientais associados a ambas as linhas não serão discutidos aqui uma vez que são objeto de licenciamento próprio independente. Vale lembrar, entretanto, que a Resolução nº 001 do CONAMA, de 23/1/86, em seu Artigo 1 preconiza que apenas linhas de transmissão de mais de 230 kV requerem a execução de EIAs/RIMAs.

O Mapa 3, a seguir, mostra os traçados aproximados das linhas de adução d'água, gasoduto e linhas de transmissão em relação à cidade de Uruguaiana e também em relação ao sítio proposto para implantação do empreendimento.

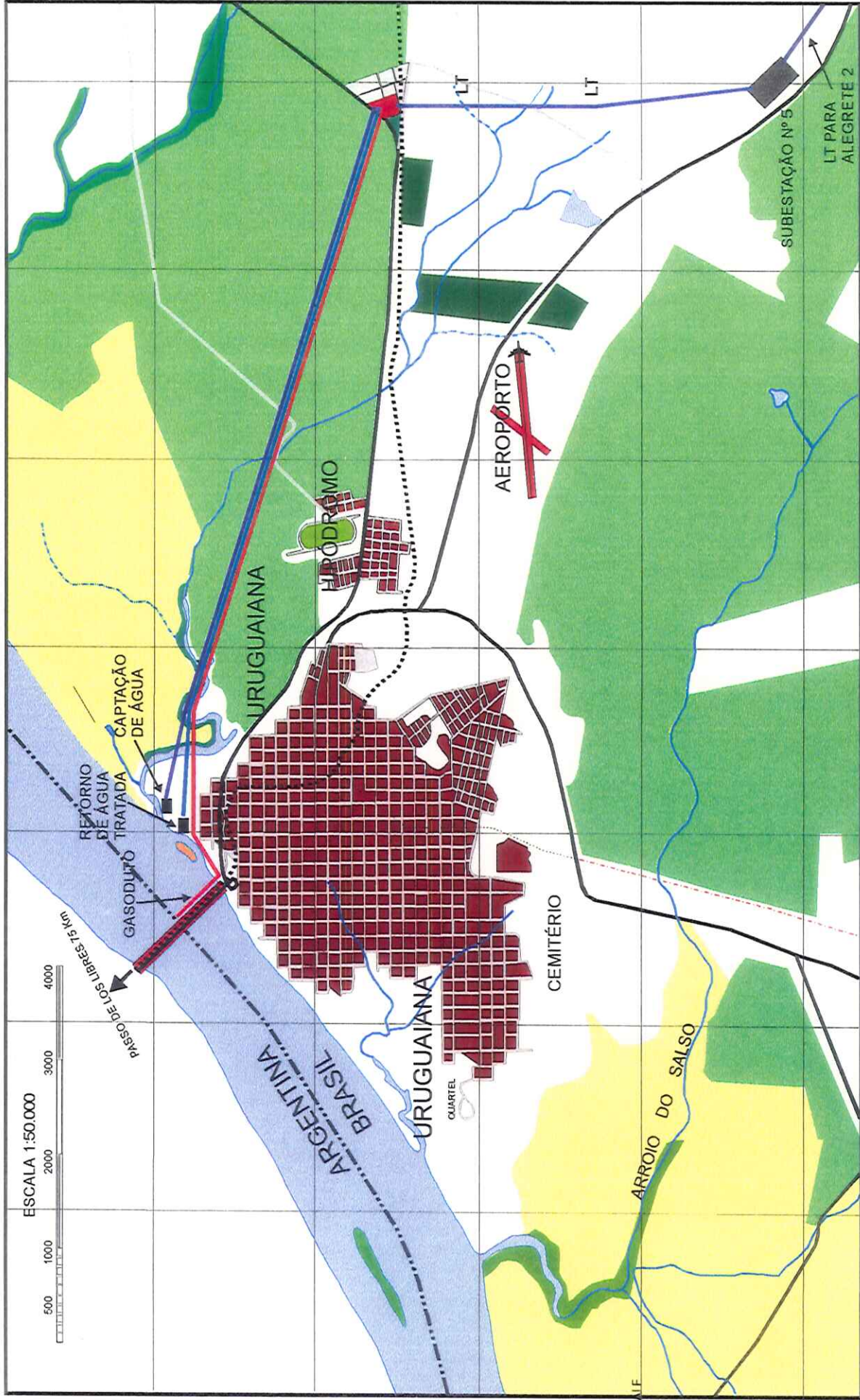
IV.2.7-Legislação

A constituição brasileira destaca a questão do Meio Ambiente dedicando-lhe integralmente o Capítulo VI - "Do Meio Ambiente" - pertencente ao Título VIII - "Da Ordem Social". O referido capítulo consta de um único artigo, o de nº 225, que assegura o direito da população a um meio ambiente ecologicamente equilibrado. De especial relevância é o inciso IV, que trata da exigência, na forma da lei, de EIA/RIMA nos casos de "atividade potencialmente causadora de degradação do meio ambiente".

Considerando que a Constituição dá ao cidadão o direito a um meio ambiente saudável e ao Estado o dever de provê-lo, e que o monitoramento ambiental é condição essencial para propiciar uma base atual sólida para quaisquer discussão e decisão adequadas sobre a qualidade de vida, segue-se a questão do monitoramento ambiental permanente como dever do Estado. Compete pois ao Estado a tarefa de avaliar e acompanhar a evolução dos indicadores ambientais.

Merece destaque na nova Constituição o fortalecimento da participação da comunidade em defesa do meio ambiente através do estabelecimento do direito do cidadão de propor ação popular.

Dentro do Título VII - "Da Segurança Social" - a constituição do RS dedica um capítulo inteiro ao meio ambiente - Capítulo IV, "Do Meio Ambiente", artigos 250 a 259.



Mapa 3 - Traçados Aproximados do Gasoduto, Linhas de Adução de Água e Linhas de Transmissão



IV.3-Programa de Implantação

A construção e instalação de equipamentos ocorrerá ao longo de um período de aproximadamente 21 meses. Os marcos mais importantes incluem:

- mobilização inicial - dezembro de 1997;
- início da construção - janeiro de 1998;
- operação das unidades - setembro de 1999.

As atividades a serem desenvolvidas ao longo de 21 meses incluirão, entre outras, as seguintes:

- sondagens e preparação do sítio;
- operações de apoio: preparação de concreto, trabalhos de fundações, instalação de almoxarifados, etc.;
- construção civil e instalação de equipamentos: colocação de estacas, concretagem, construções, acabamento, instalação de equipamentos, usinagem de peças, soldagens, instalações elétricas, limpeza de materiais, revestimentos, etc.;
- elaboração do projeto: especificação dos equipamentos, componentes e obras diversas, de acordo com o "Lay-Out";
- fabricação e/ou aquisição dos equipamentos e componentes complementares;
- montagem eletromecânica;
- testes e operação experimental;
- operação comercial, conforme contrato.

A implantação da usina, para operação em ciclo combinado, seguirá o cronograma básico apresentado na página seguinte.

V - DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

V.1-Introdução

Um dos elementos críticos no entendimento dos impactos potenciais associados a um projeto é um profundo conhecimento da área onde este será desenvolvido. Este conhecimento pode vir do uso de dados existentes coletados pelos órgãos ambientais, universidades e outras fontes confiáveis. Onde dados existentes não estiverem disponíveis ou não forem apropriados, são coletados dados preliminares. Em alguns casos, o julgamento profissional será utilizado e dados de outro local serão usados para definir os problemas do local do projeto. Isto é normalmente feito quando a coleta de dados é muito demorada e dispendiosa e ainda não confiável, assim quando muitas alternativas estão sendo levadas em consideração.

As próximas seções apresentam as descrições das condições ambientais e sócio-econômicas em áreas afetadas diretamente e indiretamente pela usina proposta. O detalhe da discussão pretende ser proporcional aos impactos previstos do projeto e a qualidade do recurso que é potencialmente afetado.

Com o objetivo de caracterizar a situação ambiental da área a ser direta e indiretamente afetada pelo empreendimento, apresenta-se a seguir um Diagnóstico Ambiental que contemplará aspectos físicos, biológicos, sócio-econômicos e culturais. O diagnóstico visa fornecer um “pano-de-fundo” da região onde o empreendimento será instalado previamente a sua construção. O Diagnóstico servirá, posteriormente, como ferramenta para a avaliação dos impactos decorrentes da construção, operação e desativação da usina.

V.2-Área de Influência

Os limites das áreas geográficas a serem direta e indiretamente afetadas pelos impactos, neste caso denominadas de áreas de influência do empreendimento, serão definidas em função dos aspectos físicos, biológicos e antrópicos a serem estudados. Tendo em vista as diferentes abrangências de cada umas das ações impactantes, estas áreas de influência direta e indireta serão definidas em função do meio estudado seja ele físico, biológico ou antrópico.

V.3-Meio Físico

V.3.1-Clima e Condições Meteorológicas

A predominância das condições climáticas regional e local são parâmetros importantes para a avaliação das dispersões de poluentes emitidos por uma fonte industrial. Um minucioso conhecimento da

climatologia da região de Uruguaiana é necessário para que seja possível prever o impacto das emissões decorrentes da instalação proposta sobre o meio ambiente.

Este capítulo apresenta uma visão geral da climatologia existente da região. Esta visão geral inclui dados obtidos de observações de longo prazo sobre precipitação pluviométrica, temperatura e umidade relativa do ar, obtidos no Aeroporto de Uruguaiana e de observações de direção e velocidade de ventos obtidos em Paso de Los Libres, na Argentina. Esta cidade está localizada do outro lado do rio Uruguai, oposta a Uruguaiana.

Os dados de vento de Paso de Los Libres são registrados durante 24 horas por dia, enquanto os de Uruguaiana são coletados apenas a cada 3 ou 6 horas por dia. As observações de vento de Paso de Los Libres são representativas do local, devido à proximidade da estação de observação (distante aproximadamente 14 km) e também devido ao relevo plano e contínuo de toda a área.

A AES Brasil estabeleceu um programa de 3 meses de monitoramento meteorológico e de poluentes com o objetivo de caracterizar as concentrações ambientais na área do sítio da instalação. O monitoramento começou em 3 de outubro de 1997. A estação de monitoramento está localizada junto à subestação da CEEE, a aproximadamente 5,5 km ao sul do sítio proposto para a instalação projetada. A subestação da CEEE fornece a energia elétrica e segurança necessários para operar os equipamentos com um mínimo de interrupção.

O monitoramento está sendo conduzido para tratar das concentrações de SO₂, NO₂, PTS (partículas totais em suspensão) e parâmetros meteorológicos (velocidade e direção do vento, flutuação horizontal da direção do vento, temperatura, precipitação pluviométrica e radiação solar). Estes dados meteorológicos de 3 meses vão complementar os dados climatológicos de Uruguaiana e Paso de Los Libres.

V.3.1.1-Climatologia Geral da Região

Uruguaiana está localizada a 29 graus, 47 minutos latitude sul e 57 graus, 2 minutos longitude oeste. O clima da região é classificado como sendo subtropical úmido. Sob esta classificação, a temperatura média dos meses mais quentes excede a 22 °C, não existe estação seca e o mês mais seco recebe no mínimo 60 mm de precipitação pluviométrica. A média de temperatura do mês mais quente é de 26,7 °C e o mês mais seco recebe 71,1 mm de precipitação pluviométrica. Por outro lado, a média de temperatura dos meses mais frios é de 13,9 °C e o mês mais úmido recebe 142,2 mm de chuva.

A região é caracterizada por verões quentes e invernos moderados. As temperaturas médias do verão são de 23 a 27 °C e no inverno de 14 a 15,5 °C.

Os ventos são geralmente fracos a moderados, com médias anuais de 3,8 m/s. Velocidades mais elevadas ocorrem na primavera (setembro a novembro) com velocidades médias de 4,6 m/s. As velocidades mais baixas ocorrem no outono, com velocidades médias de 2,7 m/s.

A área está localizada no limite sul da região de ventos (alísios) de leste. A circulação da massa de ar no território Sul-americano, nesta latitude, é afetada pelas células de alta pressão subtropicais do Pacífico Sul e do Atlântico Sul e, ocasionalmente, durante o inverno, pelo anticiclone polar. Os maciços dos Andes efetivamente bloqueiam a zona de alta pressão do Pacífico Sul sobre o sudeste do Brasil e, assim, a zona de alta pressão do Atlântico Sul tem uma influência mais pronunciada sobre a área. Esta célula de alta pressão é mais forte e pronunciada no verão (dezembro a fevereiro) e mais amena no inverno (junho a agosto).

Durante os meses de verão, o centro da célula de alta pressão está localizado a 28 graus de latitude sul. Devido à intensidade desta célula no verão, muitas vezes seus efeitos se fazem sentir até o sul do território brasileiro. Circulação contrária à dos ponteiros do relógio em torno desta célula subtropical de alta pressão, produz ventos do leste durante os meses mais quentes e ventos do nordeste no restante do ano. Estes ventos trazem umidade do Oceano Atlântico, ocasionando precipitação pluviométrica durante o ano todo.

V.3.1.2-Meteorologia e Dispersão Atmosférica

-Generalidades

A poluição do ar numa região depende da quantidade de poluentes emitidos na região e da capacidade da atmosfera de misturar e dispersar esses poluentes. Os elementos críticos que determinam essa capacidade são: velocidade dos ventos, estabilidade atmosférica e altura da camada de mistura. A altura da camada de mistura é definida como a camada que se estende desde a superfície da terra até a altura no qual os poluentes são dispersados.

-Características dos Ventos em Uruguaiana

A região é dominada pelos ventos de origem leste. Os ventos sopram dessa direção geral, por 75 a 80 % do tempo. Ventos do leste e nordeste são os mais freqüentes, ocorrendo 21 % e 17,5 % do



tempo, respectivamente. Isso significa que os poluentes emitidos pela fonte proposta (a usina), serão carregados mais freqüentemente para oeste e sudoeste. Os ventos de origem sul e sudeste são os de 3ª e 4ª freqüências, cada um ocorrendo aproximadamente, 12,5 % do tempo. Nessas condições, os poluentes emitidos pela chaminé serão levados para o norte e noroeste. Os ventos dominantes são do leste durante o verão e outono. Durante o inverno e primavera, os ventos dominantes são de nordeste. Durante o inverno e primavera, ventos do sul aumentam de freqüência, associados com intrusões de ar polar frio do sul da Argentina.

Devido ao aquecimento solar e os dias mais longos durante o verão, o material da pluma sofrerá uma maior dispersão nessa estação. As velocidades dos ventos no verão e no inverno são quase idênticas, em média 3,9 e 3,8 m/s, respectivamente. No verão, o aquecimento solar crescente, aumenta a mistura vertical devido às correntes de convecção (advecção). O material da pluma estará sujeito a mais mistura vertical, com maior dispersão do que no inverno.

A velocidade dos ventos afeta significativamente a dispersão que os poluentes sofrerão. Com o aumento da velocidade dos ventos, o material da pluma dispersará mais na direção horizontal. A média anual de velocidade dos ventos na região é de 3,8 m/s. Isso é considerado uma velocidade baixa para dispersão de plumas. Regiões com ventos mais fortes sofrerão maior dispersão. As medições de Paso de Los Libres indicam que em 50 % do tempo, ocorrem ventos entre 0 e 3 m/s.

Ventos à noite são geralmente mais fracos, pela ausência de aquecimento solar e do desenvolvimento, subsequente, de inversões térmicas de origem terrestre durante períodos claros e parcialmente nublados.

Conseqüentemente, aproximadamente 46 % do tempo noturno (entre 19 e 6 horas) apresenta ventos calmos, quando comparados com apenas 18 % das horas diurnas. Durante o dia, a velocidade dos ventos aumenta com a atividade convectiva, induzida por aquecimento solar, a qual mistura ventos mais fortes das camadas mais altas com a superfície terrestre. Durante o dia, aproximadamente 38 % do tempo, apresentam ventos entre 0 e 3 m/s, 23 % entre 3 e 6 m/s e 39 % maiores que 6 m/s.

-Estabilidade Atmosférica

A estabilidade da atmosfera é a sua tendência em resistir ou favorecer a mobilidade vertical. Três estados de estabilidade atmosférica são distinguíveis: instável, neutra e estável, dependendo do perfil



vertical de temperatura ou gradiente térmico vertical. A dispersão vertical é máxima em condições instáveis, quando o decréscimo de temperatura com a altura é maior que o gradiente térmico adiabático.

Uma parcela de ar que é forçada a elevar-se em uma atmosfera instável sofrerá resfriamento adiabático e permanecerá mais quente que o ar em redor e continuará a subir.

Em uma atmosfera neutra o gradiente térmico é igual ao gradiente térmico adiabático. Uma parcela de ar em uma atmosfera neutra, permanecerá no mesmo nível quando a força que causou a elevação cessar. Dispersão horizontal dominará sobre a vertical em condições neutras.

A dispersão na vertical de poluentes é mínima em uma atmosfera estável, isto é, quando o gradiente térmico for menor que o adiabático. Uma parcela de ar, forçada a elevar-se sob essas condições, se tornará mais fria que o ar ao redor e tenderá a retornar ao seu nível original quando a força que causou sua elevação cessar. Ventos fracos, frequentemente acompanham condições estáveis, reduzindo a dispersão horizontal e aumentando o potencial poluidor.

Uma inversão térmica elevada (aumento de temperatura com a altitude) pode formar-se sobre uma camada neutra ou instável. A base da inversão efetivamente forma um impedimento, restringindo a dispersão.

Os poluentes podem acumular-se na camada subjacente se existe uma inversão forte e a pluma está contida abaixo da base da inversão. Inversões elevadas ocorrem na região de Uruguiana, especialmente quando a célula de alta pressão do Atlântico Sul estende-se para o continente, durante o verão e outono. Geralmente a base dessas inversões está a mais de 1000 m acima do solo. A camada de 1000 m ou mais entre o solo e a base da inversão elevada é espessa demais para inibir a dispersão da pluma.

Inversões superficiais ocorrem mais frequentemente durante as primeiras horas da manhã, após resfriamento radiante da superfície da terra em noites claras. Quando essas inversões estendem até a altura da pluma (aproximadamente 100 a 150 m de altura), o material da pluma é submetido a uma dispersão mínima. Nessas condições, a maioria do material da pluma permanece no ar.

Uma maneira de obter uma estimativa da estabilidade atmosférica é correlacionar o ângulo do sol, hora do dia e nebulosidade. Estes são os parâmetros que tem maior influência na dispersão da pluma. Um método desenvolvido por Dr. Frank Pasquill, é utilizado atualmente pela EPA/USA.



O método, conhecido como método de classes de estabilidade de Pasquill-Gifford, estabeleceu 6 classes de estabilidade atmosférica, como meio de caracterizar o potencial de uma atmosfera para dispersar poluentes.

Essas classes variam de A até F. A classe A é extremamente instável, como num dia de verão com ventos muito fracos. As classes B e C são também instáveis, mas menor. A classe D representa a estabilidade neutra. Classes E e F representam condições levemente estáveis e muito estáveis, respectivamente, que tendem a minimizar a dispersão da pluma. A estabilidade classe F é essencialmente a inversão com base no solo, já discutida. A maioria dos poluentes emitidos pela chaminé proposta, de 48,8 m, num ambiente de estabilidade classe F, permanece no ar.

Em concordância com as rosas dos ventos, as frequências para todas as estabilidades são as maiores quando os ventos tem origem nordeste e leste. Condições instáveis durante o dia (classes A, B e C), ocorrem 26 % do tempo, neutras, (classe D), aproximadamente 30 %, e condições estáveis noturnas (classes E e F) ocorrem durante 44 % do tempo. Como cerca de 50 % das horas num ano são noturnas, isso significa, que à noite, quase todas as horas são estáveis.

Durante o dia, aproximadamente metade das horas são caracterizadas por estabilidade neutra e o restante por instável. Durante condições instáveis, poluentes emitidos pela chaminé proposta, dispersarão rapidamente na direção vertical, devido à forte mistura vertical causada por convecção.

Haverá menos dispersão na direção horizontal devido aos ventos fracos. A velocidade média na região é de 3,8 m/s. Comparada com locais mais ventosos perto da costa ou em maiores altitudes, estas velocidades mais fracas dos ventos permitirão que o material emitido por uma chaminé se eleve mais alto, permitindo que haja dispersão do mesmo em um volume maior de ar antes de chegar ao solo.

V.3.2-Qualidade Atual do Ar

Concentrações de poluentes do ar em uma região, são resultantes de fontes locais e de transporte de longa distância de outras áreas, como as urbanas ou de grandes complexos industriais. Os ventos dominantes são de nordeste, no sentido dos ponteiros do relógio, até sudeste, na área de Uruguaiana. A leste de Uruguaiana a região é quase que exclusivamente agrícola, até a costa em Porto Alegre. Por isso, pela quase inexistência de fontes poluidoras a montante, apenas fontes locais poderiam afetar a qualidade do ar na área.



V.3.2.1-Fontes de Poluição Aérea na Região

As únicas fontes significativas de poluentes aéreos no local é uma pedreira combinada com planta de produção de asfalto, localizada imediatamente ao norte do local, ao norte da rodovia 472. A planta apresenta as seguintes fontes de emissão:

Operações de Pedreira

- extração de basalto por detonação;
- transporte do basalto por caminhão tombadeira para uma rampa;
- descarga do material na rampa;
- redução de tamanho do material;
- separação por tamanho e depósito em pilhas;

Operações de Asfalto

- descarga em secador;
- operação do secador com combustível fóssil;
- mistura das pedras com asfalto.

As operações de pedreira são uma fonte de poeiras fugitivas. A operação de asfalto é uma fonte de poeira e SO_2 , o último sendo resultante de combustão de óleo combustível pesado no secador. Com base em testemunhas oculares e entrevistas com moradores locais, detonações ocorrem na pedreira aproximadamente uma vez por dia. Movimentação de pedras da pedreira para a área de britagem e separação por tamanho ocorrem de 12 e 15 horas por dia. A planta de asfalto, por outro lado, opera apenas uma hora por dia.

V.3.2.2-Concentrações de Poluentes Aéreos na Região de Uruguaiana

Concentrações de SO_2 e NO_x em áreas rurais são geralmente muito baixas e constatou-se serem mais ou menos uniformes ao redor do mundo. Concentrações ambientais de partículas totais em suspensão (PTS) em áreas rurais podem variar, dependendo quão seco é o solo superficial, a proximidade com atividades agrícolas e quanto da superfície está coberta por vegetação.



Como mencionado anteriormente, a AES Brasil estabeleceu um programa de monitoramento de 3 meses para caracterizar as concentrações ambientais na área. Os dados desse monitoramento ainda não estão disponíveis.

Por isso, a AES Brasil resumiu medições de poluentes ambientais de outras áreas rurais, em outras partes do mundo, e usará estas medidas para representar as concentrações de fundo, para verificar o atendimento dos padrões ambientais do Brasil e do Banco Mundial. As medidas do programa de monitoramento ambiental de 3 meses serão submetidas quando os dados estiverem disponíveis.

A consultora de condições aéreas da AES Brasil, ENSR Consulting and Engineering, de Acton, Massachusetts, conduziu monitoramento ambiental em numerosos países. A ENSR reuniu e analisou esta base de dados para regiões rurais em Porto Rico e na Turquia, para desenvolver concentrações de fundo para o projeto proposto. A seguir apresenta-se um breve resumo de cada local.

V.3.2.3-Resumo de Estações de Monitoramento Rurais

- Cerro Modesto, Salinas, Porto Rico

A estação de Cerro Modesto é operada pela Puerto Rico Electric Power Authority (PREPA) e está localizada perto do município de Salinas, na costa sul de Porto Rico. Dióxido de enxofre (SO₂) e dióxido de nitrogênio (NO₂) são medidos continuamente na estação. A instrumentação e procedimentos operacionais atendem aos padrões da EPA – USA, para monitoramento pré-construção da “New Source Review”, sob os regulamentos da” Prevention of Significant Deterioration, (PSD), (40 CFR 52.21)”, (Prevenção da deterioração significativa do meio ambiente).

A estação de Cerro Modesto está localizada a aproximadamente 7 km a noroeste da termelétrica da PREPA Aguirre e aproximadamente a 20 km oeste - noroeste de uma área industrial próxima a Guayama, Porto Rico. Os ventos dominantes sopram de leste e de leste-nordeste para oeste e oeste-sudeste. Com base na rosa dos ventos para a área, a estação de Cerro Modesto está a jusante da termelétrica da PREPA, a aproximadamente 10 % do tempo e a jusante das fontes de Guayama aproximadamente 15 % do tempo.

As concentrações mais elevadas medidas no monitor de Cerro modesto, refletem as emissões de SO₂ e NO_x da termelétrica da PREPA. As fontes emissoras de Guayama estão distantes demais para apresentar muita influência nas concentrações monitoradas. Por isso, durante 90 % do tempo, o monitor não é influenciado pela termelétrica da PREPA e pode ser considerado um monitor rural.



A estação de monitoramento está localizada no topo de uma colina de 100 metros de altura. As utilizações da terra ao redor são similares aos usos da terra em Uruguaiana, consistindo, na maioria dos casos, em terra não desenvolvida, grande parte da qual cultivada. A precipitação anual na área de Salinas é similar à de Uruguaiana, com média de 965 mm, comparada com a precipitação anual de Uruguaiana de aproximadamente 1.077 mm.

- Marmara, Turquia

A ENSR conduziu monitoramento ambiental para NO₂ e PTS no distrito de Marmara Eriglici, Turquia, de 8 de dezembro de 1995 a 10 de junho de 1996, como suporte a um EIA /RIMA de termelétrica a gás natural de ciclo combinado. A estação de monitoramento está localizada na costa norte do mar de Mármara, a aproximadamente 80 km a oeste de Istambul. Está localizada adjacente a um terminal de importação de gás natural liquefeito o qual está imediatamente a sul e oeste do local proposto.

O mar de Marmara está a leste e a sul da estação, justamente além do terminal de gás natural liquefeito. A área circundante a oeste, no sentido dos ponteiros do relógio até nordeste é composta principalmente por colinas utilizadas principalmente para pastagens e agricultura (trigo, girassol).

Os ventos dominantes são do norte, durante a maior parte do ano. Os ventos sopram do terminal de gás natural liquefeito, para a estação de monitoramento durante aproximadamente 5 % do tempo. Por isso, por 95 % do ano, o monitor não é influenciado pelo terminal e pode ser considerado rural.

A média anual de precipitação no local é de aproximadamente 580 mm. O inverno é a estação mais chuvosa (dezembro a fevereiro), típico de clima mediterrâneo, recebendo 209 mm de precipitação. A primavera e o outono também recebem alguma precipitação, 133 e 168 mm respectivamente. O verão (junho a agosto) é a estação mais seca, recebendo apenas 70 mm de precipitação.

- Ilgin , Turquia

A ENSR conduziu um monitoramento ambiental para SO₂, NO₂ e PTS em Ilgin, Turquia, de 11 de novembro de 1994 a 15 de dezembro de 1994. O monitoramento foi em suporte para uma proposta de termelétrica de 300 MW a carvão mineral. O local de monitoramento está localizado na Turquia central, aproximadamente a 70 km a noroeste de Konya e a 190 km a sudoeste de Ankara. A área é completamente rural.



O uso da terra em redor é para agricultura. Pequenos vilarejos estão localizados entre 1 e 3 km do local. Inexistem grandes fontes de combustão a menos d 10 km. A precipitação anual média é de 325 mm. A maioria da precipitação ocorre entre outubro e maio.

V.3.2.4- Sumário dos Dados de Monitoramento Ambiental

Dióxido de Enxofre

As concentrações de 90 % do tempo, para 24 horas, são apresentadas para o monitor de Cerro Largo, porque este monitor está influenciado pelo terminal de gás por 5 % do tempo. As concentrações máximas medidas no monitor de Ilgin são apresentadas porque o monitor não é afetado por fontes industriais. As concentrações de 24 horas foram de $7,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ em Cerro Modesto, durante 1995. Esta concentração representa o que poderia ser esperado para medições em Uruguiana, para 24 horas, supondo que a planta de asfalto não estivesse operando.

AES Brasil propõe usar $7,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como uma estimativa representativa para a concentração média de fundo, de 24 horas, para o local da instalação proposta. A concentração anual média foi de $2,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ em Cerro Modesto durante 1995. AES Brasil propõe usar esse valor como uma estimativa representativa da concentração média anual de fundo para o local da instalação.

Dióxido de Nitrogênio

As concentrações de 1 hora variaram de $5,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$, em Cerro Modesto, até $27,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, em Ilgin. Essas concentrações são baixas e refletem a natureza rural desses locais e, especialmente na ausência de tráfego de automóveis e caminhões. AES Brasil, usará $27,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como um valor conservador para a concentração de fundo de 1 hora para o local da instalação. As medidas de 24 horas de concentrações de NO_2 variaram entre $5,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$, em Cerro Modesto, até $19,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, em Ilgin.

Médias anuais medidas de concentrações de NO_2 variaram de $3,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$, em Cerro Modesto, até $10,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, em Ilgin. O valor de Ilgin representa uma média mensal. A AES Brasil usará $19,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $10,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, como estimativas conservadoras para 24 horas e média anual das concentrações de fundo para o local da instalação.

Partículas Totais em Suspensão (PTS)



As concentrações de PTS não foram medidas em Cerro Modesto e Mármara. A média de 24 horas foi de $34,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$. AES Brasil usará $34,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como uma estimativa da concentração média anual de fundo para o local da instalação.

V.3.2.5-Sumário

As concentrações de fundo estão bem abaixo dos padrões Brasileiros, bem como das concentrações constantes das diretrizes do Banco Mundial.

V.3.3-Ruído

Ruído é definido como som indesejável. Este é composto de níveis de pressão sonora em frequências que ficam na faixa audível. A extensão do impacto do ruído no homem proveniente de uma determinada empresa depende de diversos fatores interrelacionados, incluindo: a presença de fontes existentes, não projetadas; a atitude das pessoas em relação às fontes, o número de pessoas expostas, e o tipo de atividade humana afetada (sono, recreação, conversa).

Avaliação de impacto de ruído envolve três etapas básicas. A primeira é determinar níveis de ruído básicos em pontos na comunidade onde as pessoas poderiam ser afetadas; tais pontos são geralmente as residências mais próximas, escolas e parques (referenciados como receptores sensitivos de ruído). A segunda etapa é prever os níveis de ruído próximo a estes locais que resultariam da construção e operação do futuro projeto. O ruído resultante do projeto é adicionado (logaritmicamente) aos níveis de ruído existentes. A terceira e última etapa é avaliar a importância dos níveis de ruído incluindo o projeto proposto, com base no critério descrito anteriormente.

Uma análise do ruído na vizinhança da futura usina foi executada num período de dois dias em setembro de 1997. O programa foi desenvolvido para medir variações de ruído durante um período de 24 horas, especialmente para registrar diferenças existentes durante o dia e a noite. O programa também se estendeu um dia da semana e uma dia no fim de semana, a fim de considerar as diferenças nos níveis de ruído devido ao tráfego. Esta definição de condições existentes fornece uma referência para se avaliar o ruído associado com a construção e operação da futura usina. Para caracterizar ruído no meio ambiente, receptores representativos foram selecionados, características do terreno e fontes existentes de ruído foram identificadas, e os níveis de ruído nos locais selecionados foram medidos. O Apêndice 1, apresentado no EIA, contém informações sobre os instrumentos e procedimentos de medição de ruído.



V.3.3.1-Ruído Receptores Sensitivos Representativos

Um receptor sensitivo de ruído é uma área onde a população local poderia se afetada pelo ruído gerado pelas atividades associadas ao projeto proposto. Isto poderia incluir escolas, hospitais, residências, igrejas ou parques. Um avaliação dos usos das propriedades vizinhas foi conduzida para identificar os receptores mais próximos e representativos.

O local do projeto é um lote de 38 hectares coberto de gramíneas, usado primeiramente para pastagem. Uma rodovia pavimentada, BR 472, está adjacente na face noroeste, enquanto que uma ferrovia elevada (cruzando na direção leste-oeste) situa-se imediatamente ao sul da face sudoeste do local, seguido imediatamente ao sul por uma estrada de terra, UR 204. A BR 472 é uma via dupla pavimentada que serve como uma das três principais estradas na região, conduzindo até a cidade de Uruguaiana. A contagem de tráfego durante o período de medições de ruído indicou que o tráfego de caminhões em dias de semana na BR 472, próximo ao local, seria em de 800 caminhões de 6:00 às 20:00 com um adicional de 100 ou mais no período de 20:00 às 6:00.

Com exceção de duas plantas industriais e diversas residências, as propriedades vizinhas ao local são usadas principalmente para agricultura. Uma operação com asfalto e peneiramento de cascalho situam-se a noroeste do local, do outro lado da BR 472. Imediatamente ao norte da operação de peneiramento existe uma mina ativa de basalto. Um depósito de arroz (CAUL) situa-se a oeste do local. Diversas residências estão ao sul da UR 204 e a norte da BR 472, e uma residência situa-se na porção nordeste do local. A face leste visível (escola e academia de dança) da vila de Charqueada está cerca de 300 a 400 m a leste do local. Isto representa o ponto mais próximo que possui população concentrada.

Estações de monitoramento de ruído foram instaladas nos receptores sensitivos mais próximos a noroeste e sudeste da futura planta.

Estação de Monitoramento 1: foi instalada cerca de 70m da BR 472 e próxima a residência situada a nordeste do local em questão. Fontes de ruído próximas incluem o tráfego na BR 472 a operação de asfalto e o peneiramento de cascalho ao norte da rodovia, cerca de 230 m da estação de monitoramento.

Estação de Monitoramento 2: foi instalada cerca de 5m ao sul da UR 204 e 50m ao sul da ferrovia. O depósito de arroz (CAUL) fica cerca se 300 m a noroeste da estação de monitoramento.



Características do Terreno

A propriedade vizinha das estações de monitoramento inclina-se gradualmente na direção sul-sudoeste da Estação 1 (ponto mais alto) para a Estação 2 (ponto mais baixo). A Estação 1 situa-se a sudeste do topo da BR 472, que segue na direção nordeste-sudoeste neste ponto. A leste de seu topo, a BR 472 desce gradualmente para um vale. Esta mudança em elevação ao longo da BR 472 requer aceleração elevada dos caminhões pesados para manter a velocidade na crescente inclinação. A UR 204 segue na maior parte nivelada por centenas de metros em ambos lados da Estação 2. Para este estudo de ruído básico, o local e vizinhança são relativamente planos (declive gradualmente descendente na direção leste-nordeste a sul-sudoeste), sendo que a CAUL representa a única estrutura significativa entre a área proposta e a propriedade vizinha relativamente plana.

Fontes de Ruído Existentes

As principais fontes de ruído próximas ao local do projeto são as duas rodovias (BR 472 e UR 204), a ferrovia, a operação de asfalto e o peneiramento de cascalho próximo à Estação 1. A natureza diversa destas fontes resulta em meio dinâmico de ruído influenciado pelos tipos de atividades ocorrendo em um determinado instante. Tráfego de caminhão e trem podem gerar altos níveis de ruído por um tempo limitado. As operações de asfalto e peneiramento também variam intermitentemente tanto durante o dia como a noite. Isto resulta em aumentos intermitentes dos níveis de ruído que são prolongados durante períodos de atividade contínua, e mais curtos, porém mais intensos, durante determinadas atividades não tão frequentes, como por exemplo a as atividades de detonação na mina de basalto. Durante o período de monitoramento a CAUL não foi identificada como fonte de contribuição aos níveis de ruído.

V.3.3.2-Ruído Níveis Sonoros Monitorados

Os níveis sonoros em cada loca foram medidos utilizando-se a escala A ponderada. Esta escala pondera o valor medido de uma maneira similar a que o ouvido humano sente o som, discriminando sons de baixa frequência e enfatizando os de média e alta frequência. O nível sonoro ponderado varia de segundo para segundo e de dia para dia. Com o objetivo de se entender esta variação, utiliza-se uma abordagem estatística. Os seguintes níveis sonoros estatísticos são registrados e usados para descrever a variação do ruído: L_{eq} , L_{max} , L_{min} , L_{10} , e L_{90} . L_{eq} é o nível sonoro constante que possui a mesma energia

sonora que o nível sonoro real flutuante, isto é, o nível de ruído médio. L_{max} é o nível sonoro máximo registrados durante a medição, enquanto L_{min} é o nível mínimo registrado no mesmo período. L_{10} e L_{90} são os níveis sonoros que são excedidos 10% e 90% do tempo, respectivamente. L_{90} é uma medida normalmente usada para os níveis de ruído de fundo. A variação dentro destes dois níveis é geralmente chamado de “Clima de Ruído”, já que o nível sonoro estará dentro destes valores 80% do tempo.

As medições de ruído se iniciaram na sexta-feira, 12 de Setembro de 1997 às 9:00 e prosseguiram até Domingo, 14 de Setembro de 1997 às 9:00. Durante o período de 48 horas, o ruído foi medido a cada hora em ambas estações por dez minutos.

Os níveis sonoros medidos podem ser comparados com os resultados de programas similares de medição de ruído, a fim de fornecer uma caracterização da área em termos de ruído. Um dos programas mais intensos deste tipo foi conduzido pelo órgão ambiental dos EUA (EPA) em 1971. Ainda que antigo, este estudo ainda é uma referência para identificar o ruído como “urbano” *versus* “rural”. A EPA encontraram que os níveis de ruído em uma área rural eram tipicamente próximo a 40 dBA durante o dia reduzindo para 32 a 35 dBA durante a noite. Uma área residencial suburbana perto da ferrovia apresentou níveis médios de ruído durante o dia de 55 dBA *versus* 45 dBA durante a noite. Uma comparação dos níveis sonoros L_{90} medidos com os critérios do EPA indicam o seguinte para a área do projeto.

Estação de Monitoramento 1 - Com L_{90} diurno variando entre 29,5 e 47,5 dBA, os níveis sonoros deste local variam de uma típica área suburbana a uma área urbana residencial, dependendo da quantidade de tráfego de caminhões na BR 472. A importância das operações de asfalto e peneiramento de cascalho na condições gerais do ambiente pode ser vista observando as medidas noturnas, que apresentam níveis sonoros de L_{90} relativamente altos variando entre 35 e 52,5 dBA, mesmo na ausência de tráfego intenso de caminhões durante o dia.

Estação de Monitoramento 2 - Com L_{90} diurno variando entre 29,5 e 44 dBA este local está em uma área suburbana típica ou residencial suburbana normal, dependendo do tráfego na UR 204 ou da passagem do trem. Os níveis sonoros L_{90} noturnos variam entre 24 e 36, o que é consistente com o que se esperava de uma área agrícola, não desenvolvida.

Uma análise dos resultados indica que o nível sonoro L_{eq} na Estação 1 na sexta-feira variou de 40,2 dBA a 58,9 dBA, enquanto que no Sábado variou de 40,9 dBA a 56,2 dBA. A média para cada um dos dois dias foi de 56,3 dBA e 53,1 dBA durante o dia *versus* 49,8 dBA e 50,9 durante a noite. As



diferenças nos níveis de ruído são mais evidentes para um dia da semana *versus* um dia do fim de semana, principalmente porque a quantidade de caminhões e carros eram geralmente duas vezes mais na sexta que no Sábado.

Durante a noite pode ser observado que os níveis sonoros L_{eq} na estação 1 são um pouco maiores no Sábado que na sexta. Isto se deve a operação de peneiramento. Observou-se que, para as horas 13 e 15 pode-se observar que os níveis sonoros L_{90} são 49,0, 49,0, e 48,5 dBA *versus* os níveis L_{90} de sexta de 35,0, 38,5 e 38,0 dBA.

Os níveis L_{eq} na Estação 2 variaram na sexta entre 30,3 dBA a 61,4 dBA, enquanto que no sábado a variação foi de 30,6 dBA a 65,3 dBA. A média para os dois dias foi de 54,5 dBA e 50,7 dBA durante o dia e 42,2 dBA e 47,5 dBA durante a noite.

Na Estação 2 pode-se observar que os níveis L_{eq} durante o dia são 4 dB mais baixo no sábado do que na sexta-feira. Isto se deve principalmente a redução do tráfego de sexta para Sábado. Em compensação, os níveis L_{eq} a noite são 5 dB mais altos no Sábado que na sexta. Isto se deve a dois trens carregados que passaram durante o sábado a noite.

V.3.4-Geologia

V.3.4.1-Marcos Teóricos para o EIA/RIMA

O marco teórico institucional mais abrangente para a realização de Estudos de Impacto Ambiental e os respectivos Relatórios de Impacto Ambiental, pelo menos no caso da América do Sul, é fornecido pela OLADE (1994). Neste documento são fixados critérios e estabelecidas as temáticas básicas de conteúdo que devem ser atendidos para um significativo conhecimento da variável ambiental deste tipo de empreendimento.

O marco teórico dentro do qual se insere o estudo referente ao meio físico da região está delimitado nos itens V.3.4 (Geologia), V.3.5 (Geomorfologia), V.3.6 (Solos) e V.3.8.4 (Águas subterrâneas) do "Termo de Referência para elaboração de: Estudo de Impacto Ambiental - EIA e Relatório de Impacto Ambiental - RIMA" (CIENTEC, 1997).

O Termo de Referência do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA, 1997) foi também considerado nos itens Geologia e Geomorfologia, Solos e Hidrogeologia.



Portanto, os resultados obtidos são decorrentes deste enquadramento institucional, do marco teórico adotado e dos métodos de trabalho utilizados.

A **fundamentação teórica científica** utilizada para a execução dos itens referentes à geologia, geomorfologia, solos e águas subterrâneas foi extraída, em especial, dos seguintes documentos:

- Resolução 001/86 do CONAMA;
- "Perturbation theory and the subsidy-stress gradient" (Odum; Finn; Franz, 1979);
- "An ecological framework for environmental impact assessment in Canada" (Beanlands & Duinker, 1983);
- "A procedure for evaluating environmental impact" (Leopold et alii, 1971);
- "Estudos de impacto ambiental" (Rohde, 1988);
- "Effects of stressors on ecosystem structure and function" (Freedman, 1995).

A teoria da perturbação e o gradiente subsídio-esforço - "subsidy-stress gradient" (Odum; Finn; Franz, 1979) e os agentes de estresse ambiental (Freedman, 1995, p. 447-63) - considera os impactos ambientais em duas partes distintas:

- 1 - a perturbação introduzida no ecossistema;
- 2 - um *continuum* de efeitos que variam com o grau perturbação sob a forma de um gradiente (composto por deflexões desfavoráveis ou favoráveis dos parâmetros do sistema).

MÉTODOS DE TRABALHO

Os métodos de trabalho empregados foram basicamente os seguintes:

- agregação de dados já existentes sobre a área estudada (obtenção, análise e seleção);
- método aerofotogramétrico;
- método de geologia e pedologia de campo;
- métodos laboratoriais analíticos.

Foram realizadas análises químicas em amostras de solos e rochas e estudos com vistas à sua caracterização, com finalidades agronômicas, na parte superficial dos solos da área de impacto direto.

Nas amostras de solos coletadas na área de influência direta e na área de estudos, foram realizados ensaios laboratoriais físicos (granulometria completa, massa específica real dos grãos, limites



de Atterberg, classificação Nogami), mecânicos (compactação normal, CBR, caracterização Nogami), mineralógicos (raios-X de amostra, orientada para determinação de argilo-minerais) e hidrogeológicos (permeabilidade de corpo de prova moldado nas condições ótimas).

Nas amostras arenosas e aluviões foram realizados ensaios físicos (granulometria completa e massa específica real dos grãos).

A descrição pormenorizada de cada método empregado na realização de análises, testes e ensaios sobre as amostras coletadas é realizada no item específico onde as investigações são inseridas. Igualmente, quando os ensaios, testes ou análises são normalizados, as normas técnicas estão citadas explicitamente no texto.

BASE CARTOGRÁFICA

A base cartográfica utilizada na realização do diagnóstico ambiental é composta dos seguintes documentos:

- Mapas do Serviço Geográfico do Exército

- escala 1:250.000, com equidistância de 100 metros

- escala 1:50.000, com equidistância de 20 metros

- Mapas temáticos do INCRA (geomorfologia e capacidade de uso), em escala 1:100.000

- Foz do Imbaá - Capacidade de uso Folha SH.21-I-IV-2. Porto Alegre, [1967]. Mapa 42,0 27,5 cm, Escala 1:100.000.

ASPECTOS FISIAGRÁFICOS

Conforme Fortes (1979), o município de Uruguaiana encontra-se localizado na zona fisiográfica da Campanha. Trata-se de uma região constituída por extensas áreas planas, apresentando ondulações pelas coxilhas. As elevações da região de Uruguaiana estão ligadas ao sistema Serra Geral, não apresentando grandes acidentes geográficos nem altitudes acentuadas. Sob o aspecto orográfico, o município de Uruguaiana situa-se na região identificada como Planície do Sudoeste que estende-se pela região da Campanha englobando quase toda a área da bacia do Ibicuí. É uma região de alturas moderadas quase de terras baixas, onduladas pelas coxilhas e de aparência uniforme. O principal acidente é a Coxilha

de Santana que continua pela Coxilha de Pai Passo. A denominação dos acidentes na região de Uruguaiana é também apresentada como "topônimos regionais" pelo Projeto RADAMBRASIL (1986).

A rede de drenagem compreende rios que pertencem a bacia hidrográfica do Uruguai. O principal rio da Bacia do Uruguai é o próprio rio Uruguai que nasce da união dos rios Pelotas e Canoas no extremo leste do Estado.

Dos numerosos afluentes do rio Uruguai, o mais importante é o Ibicuí que abrange o município de Uruguaiana. Outros rios importantes, no município de Uruguaiana, são o Quaraí e Touro Passo. O cobertura vegetal, da região de Uruguaiana, que de modo geral é pobre, é variada, predominando os campos. Junto aos rios a vegetação em matas-galerias não é tão bem acentuada como nas regiões da Campanha Central ou Missões, por exemplo. Encontram-se, de forma esparsa, formações matosas e arbustivas.

Sob o aspecto climático, a região de Uruguaiana situa-se nas regiões climáticas definidas por Fortes (1979), como Vale do Uruguai e Depressão Central, sendo a região do Baixo Vale do Uruguai a mais quente do Estado.

O Clima da região do Vale do Uruguai é, de modo geral, subtropical com temperaturas médias de 32,8° C em janeiro e de 10° C em julho. Entre o outono e a primavera ocorrem geadas. Especificamente na região de Uruguaiana, o clima enquadra-se na classificação de Úmido a Sub-úmido.

A distribuição normal mensal do elemento hídrico faz-se da seguinte maneira: nos meses de janeiro e fevereiro ocorre uma pequena deficiência hídrica de 70 mm; em março e abril verifica-se a reposição, enquanto que o excedente se apresenta nos meses de maio, junho, julho, setembro e outubro, totalizando 211 mm. Em agosto não se encontra excedente nem deficiência. Já nos meses de novembro e dezembro tem-se a maior parte de retirada de umidade do solo, sem atingir o nível mais baixo de armazenamento. Este é apenas atingido em janeiro quando tem início a deficiência hídrica.

A pluviometria total média varia no município entre 1400 e 1500 mm/ano. A média mensal dos dias de chuva varia de 10 a 12 dias.

A região de Uruguaiana é recoberta em sua maior parte por solos resultantes de derrames basálticos, rochas ainda não destruídas pela denudação que descobrem em alguns pontos o arenito subjacente. Esses derrames intercalados de camadas de arenitos alcançam espessuras muito variáveis. No extremo oeste desta região, junto ao talude do rio Uruguai, não ultrapassa 100m. A cidade de



Uruguaiana situa-se a margem esquerda do rio Uruguai, no oeste do Rio Grande do Sul, a 29° 45' 22" S e 57° 04' 52"W, estando a 74 metros de altitude acima do nível do mar.

GEOLOGIA REGIONAL

A área de impacto indireto do empreendimento com relação ao "meio solo", tendo em vista o artigo 5º da Resolução do CONAMA n. 1, de 23.01.1986, é a área compreendida entre os arroios do Salso I e Imbaá.

A estruturação geológica da região de Uruguaiana tem origem nas rochas eruptivas basálticas, datadas do período Jurássico, provenientes de um grande derrame de lavas basálticas, que foram escoadas em fraturas associadas à abertura do Oceano Atlântico, em intensos movimentos da crosta terrestre. Estas lavas foram depositadas sobre o arenito Botucatu, o mais importante dos sedimentos de origem eólica da região, pois o paleoclima era então desértico. Uruguaiana é, portanto constituída por derrame basáltico, com um capeamento de solo de pequena espessura, coberto por gramíneas, sendo a rocha vulcânica, em geral, porfírica ou vítrea, constituída principalmente por plagioclásio e augita. O subsolo mais profundo é constituído pelo arenito Botucatu.

Segundo o PROJETO RADAM (1986), o município de Uruguaiana, sob o aspecto geológico, localiza-se na grande Província Paraná que compreende a Bacia Sedimentar do Paraná, de dimensões continentais e de história evolutiva que se estende desde o Devoniano até o Cretáceo. Em sua primeira fase evolutiva, caracterizada por subsidência relativamente calma e acumulação sedimentar que perdurou até o Jurássico, ocorrendo a partir daí o extravasamento de imensos volumes de lavas.

Na área em questão, a porção sedimentar da Província do Paraná, representada por rochas pertencentes a formação Botucatu, aflora - localmente - na forma de pequenas janelas no meio de cobertura basáltica da Formação Serra Geral.

As efusivas básicas, abrangendo a maior parte da área do município de Uruguaiana constituem a formação geológica principal. Recobrimo as ocorrências da Bacia Sedimentar do Paraná, e ocupando uma apreciável área do município, ocorrem depósitos fluviais subatuais e atuais (ver mapa geológico) indiferenciados constituídos de cascalhos e areias de canais fluviais e lamas de planície de inundação. Tratam-se de depósitos associados aos sistemas hidrográficos formados principalmente pelos rios Uruguai, Ibicuí e Quarai.



A Formação Serra Geral, como um todo, recobre de maneira ampla a maior parte do município de Uruguaiana constituindo-se na unidade de maior expressão em área dentre aquelas encontradas nos documentos cartográficos ora em estudo. Sua seqüência básica, com disjunção colunar dominante e intercalações de lentes de arenitos, se distribui ao longo do município sem acentuadas quebras topográficas.

Os derrames da Formação Serra Geral, nessa região do extremo oeste do Rio Grande do Sul, estão dispostos normalmente sobre a formação Botucatu. Apresentam espessuras bem inferiores a de outros locais da Bacia do Paraná. Dados da Petrobrás revelam valores em torno de 130 metros na região de Quaraí (município vizinho, ao sul de Uruguaiana). Estes dados revelam um adelgaçamento dos derrames no sentido sudoeste.

As litologias da Formação Serra Geral na região de Uruguaiana são essencialmente basálticas que apresentam cores variadas, com granulação de microcristalina até grosseira.

Há registros de que foram assinaladas, na região de Uruguaiana, algumas áreas de dimensões variáveis (poucos quilômetros quadrados) de delgadas intercalações de arenitos entre os derrames basálticos da Formação Serra Geral. Estes arenitos intraderrames ou intratrapeanos tem a mesma textura e granulometria daqueles da Formação Botucatu. Em geral os corpos arenosos possuem forma lenticular e uma espessura em torno de 1 a 4m. Foram constatados, nos estudos de campo do PROJETO RADAMBRASIL(1986), que tais arenitos sofreram os efeitos térmicos do basalto, os quais produziram intensa silicificação e acentuada dureza.

Quanto à Formação Botucatu, na área em questão, ocorre de forma descontínua conforme pode ser observado no mapa geológico. Sua litologia característica são os arenitos eólicos com estratificação cruzada, de composição ortoquartzítica, friáveis, comumente avermelhados e de granulometria média a fina.

Associados ao principal curso d'água, rio Uruguai, e alguns afluentes como os rios Quaraí, Ibicuí, Touro Passo e outros, ocorrem sedimentos aluvionares inconsolidados Quaternários, que formam planícies mais ou menos amplas. Estes depósitos determinam zonas de uma morfologia muito particular, pouco dissecada e plana. Em geral, se observa que os rios estão, no momento, erodindo seus próprios depósitos, evidenciando, portanto, uma retomada dos processos erosivos.

Estão incluídos no Quaternário, os depósitos de material detrítico grosseiro denominados "cascalheiras" que aparecem próximos à cidade de Uruguaiana. Este material é constituído por seixos e

pedras de quartzo, ágata, calcidão, basalto, madeira silicificada, etc. e sua espessura média é de 1,5 metros.

Sob o ponto de vista geotécnico e econômico, esses depósitos mal classificados de seixos e areias, podem ser aproveitados como material de construção. Conforme perfis de sondagem (executadas através de sonda manual à percussão e sonda mecânica rotativa) já realizadas pelo ITERS e pela CIENTEC do município de Uruguiana, comprova-se a ocorrência de três formações geológicas básicas na região. As perfurações revelam a presença de materiais rochosos de depósitos recentes (cascalhos, areias e argilas), camadas basálticas (alteradas ou não), e de arenitos intratrapeanos ou o próprio arenito Botucatu. Esta formação está aflorante em algumas janelas estratigráficas na região. Os resultados das perfurações, aliados as características geológicas, geomorfológicas e pedológicas das cercanias da cidade de Uruguiana, indicam, de um modo geral, disponibilidade de material pétreo e de jazidas de argila

São abundantes, no entanto, de acordo com a literatura consultada, as ocorrências de agregados pedregulhosos (cascalheiros) e arenosos, na região de influência dos rios Uruguai, Ibicuí e Quaraí, que podem ser aproveitados como materiais de construção.

GEOLOGIA DA ÁREA DE IMPACTO DIRETO

A área de impacto direto do empreendimento com relação ao "meio solo", neste Estudo de Impacto Ambiental e seu respectivo Relatório de Impacto Ambiental, é considerada como equivalente ao terreno em que será instalada a Usina Termoelétrica a gás de Uruguiana. Este terreno possui uma área de 38 hectares, localizando-se conforme as Figuras anteriormente apresentadas.

A área de impacto direto, conforme o mapeamento de Projeto RADAMBRASIL (1986) está situada em terreno pertencente à Formação Serra Geral, constituída por rochas continentais efusivas, compostas principalmente de basaltos e fenobasaltos.

Para a verificação deste enquadramento foram executadas investigações de campo na área de implantação da Usina Termoelétrica de Uruguiana, a cargo das empresas ENGECORPS (São Paulo) e Empresa de Pesquisa Tecnológica - EPT (Porto Alegre) através de sondagens realizadas de 1º a 20 de agosto de 1997.

O enquadramento geológico é plenamente confirmado. Há o desenvolvimento de solos rasos, de 1,5 metros de espessura que recobrem a litologia subjacente. Ocasionalmente, entre as lavas, ocorrem lentes e camadas de arenitos interderrames, com estratificação cruzada tangencial e brechas constituídas



de fragmentos de basaltos e dos próprios arenitos cimentados por lavas basálticas. Esta geologia local é confirmada nos perfis de sondagens mistas executados sendo que no perfil SM 03 há a presença do arenito *intertrapp*.

CONSIDERAÇÕES GERAIS

Foram executadas na área 8 (oito) sondagens mistas (percussão e rotativa), perfazendo um total de 82,60 metros de sondagem. Deste total, apenas 6,0 metros foram perfurados pelo método de percussão e os restantes 76,6 metros executados pelo método rotativo.

A morfologia do terreno é de relevo muito suave, com desnível máximo de 5,0 metros entre as sondagens, de vegetação rasteira e utilizada como pasto para vacas leiteiras.

A locação das investigações foi feita diretamente no campo e seu posicionamento foi determinado quando da execução da planimetria da área. O nivelamento da boca das sondagens foi executado a partir de Referência de Nível - R.N. situado às margens da ferrovia.

As amostragens de solo e da água do freática foram obtidas no mesmo período e as análises físicas e químicas, realizadas na empresa Ambiental Laboratórios (São Paulo).

Execução das Sondagens

As sondagens foram locadas segundo uma disposição em quincôncio de acordo com determinação da CIENTEC, sendo iniciadas pelo método a percussão e/ou trado no horizonte de solo, com a medida de SPT cada metro. A partir do topo rochoso ou de material resistente à percussão, as sondagens foram prosseguidas pelo método rotativo, com diâmetro NW, e recuperação de testemunhos. Para isso, utilizaram-se coroas de diamante e barrilete duplo livre.

A profundidade alcançada pelas sondagens foi a mínima para caracterizar os horizontes de solo, saprolito e rocha alterada. Em alguns casos, a rocha sã foi atingida ou ultrapassada.

A sondagem SM-05 foi mantida aberta e instalado medidor de nível d'água, através da colocação de tubo de 2" PVC perfurado na região do nível freático. Este medidor está protegido na superfície através de tampa e cadeado.

Os demais furos foram obturados para evitar problemas para o gado lá existente.

Análise das Sondagens e das Secções Geológico-geotécnicas



O solo superficial é constituído de silte areno-argiloso com fragmentos decimétricos de rocha basáltica, caracterizando solo colúvio-residual, com espessura média de dois metros, de média compactidade.

Em áreas localizadas ocorrem solos aluvionais (SM-02, SM-04, SM-06), constituídos basicamente por argila orgânica de cor preta. Trata-se de solos superficiais, com espessuras de 1,0 a 3,0 metros, de baixa consistência.

O nível freático em toda a área é pouco profundo, situado de 0,5 até 2,0 metros de profundidade e localizado em geral, no horizonte de solo ou na altura do topo rochoso.

Em algumas sondagens, o nível d'água é encontrado pouco abaixo do topo rochoso, no horizonte de basalto muito alterado e fraturado.

Os primeiros metros de basalto apresentam grau de alteração e fraturamento elevados, com espessuras de 2,0 até 8,0 metros.

A rocha sã foi atingida e penetrada pela sondagem em 5 dos 8 furos executados. As profundidades alcançadas pelas sondagens são suficientes para a caracterização dos materiais ocorrentes na sub-superfície. Somente uma sondagem, a SM-03, atingiu a camada de arenito intertrapeano. Estes horizontes, em geral pouco espessos, são comumente encontrados intercalados aos derrames de basalto.

Da análise das investigações executadas, resumem-se, abaixo, as considerações de maior interesse para o Projeto Executivo:

- a camada superficial de solo e pouco espessa, da ordem de 2 metros.
- o nível freático é pouco profundo e situado ora dentro do horizonte de solo, ora coincidente com o topo rochoso ou imediatamente abaixo dele;
- devido à baixa recuperação de testemunhos, verificada na maioria das sondagens, o verdadeiro topo rochoso pode estar situado abaixo do indicado nas secções geológicas, considerando que o basalto muito alterado e mal recuperado poderia tratar-se de saprolito de basalto.

V.3.5-Geomorfologia

V.3.5.1-Geomorfologia Regional

Segundo o PROJETO RADAMBRASIL (1986) a região em estudo localiza-se no domínio morfoestrutural Bacias e Coberturas Sedimentares, região morfológica Planalto da Campanha e unidade geomorfológica Planalto de Uruguaiana.



Esta unidade geomorfológica localiza-se exclusivamente na porção centro-oeste e sudoeste da "Folha SH.21 Uruguaiana" do Levantamento de Recursos Naturais do Projeto RADAM do IBGE e no extremo oeste do Estado do Rio Grande do Sul, sede do município de Uruguaiana fato ao qual se relacionou a sua denominação. Limita-se com várias unidades geomorfológicas, a norte com o Planalto Santo Ângelo, a leste com o Planalto dos Campos Gerais e a Depressão Rio Ibicuí-Rio Negro. Para oeste e para sul limita-se com a Argentina e o Uruguai, através dos rios Uruguai e Quaraí, respectivamente.

As principais cidades gaúchas localizadas na Unidade Geomorfológica Planalto de Uruguaiana são Uruguaiana, Alegrete, São Borja e Santana do Livramento. As áreas interfluviais mais extensas são identificadas como coxilhas destacando-se, no município de Uruguaiana a coxilha de Santana.

O relevo da Unidade Geomorfológica Planalto de Uruguaiana caracteriza-se por apresentar, de uma forma geral, uma morfologia plana, sub-horizontalizada, com caimento suave para oeste em direção ao rio Uruguai. É característico dessa unidade, no Município de Uruguaiana, a ocorrência de um relevo de aplanamento retocado denudado na área interfluvial principal (Coxilha de Santana) e uma ampla superfície de aplanamento em situações topográficas inferiores que, de modo geral, desce em rampa suave em direção aos extensos terraços fluviais do rio Uruguai.

Os estudos feitos pelo Projeto RADAMBRASIL (1986) através do revelam, a partir de análises de imagem de radar e trabalhos de campo, que a erosão fluvial representa a variável mais importante na degradação do relevo na Unidade Geomorfológica Planalto de Uruguaiana no município de Uruguaiana. A rede de drenagem é comandada pelo rio Uruguai, que representa o nível de base regional.

Destacam-se seus afluentes os rios Ibicuí, Quaraí, Touro Passo e outros como responsáveis pela dissecação do relevo. Na unidade Geomorfológica Planalto de Uruguaiana, no município de Uruguaiana, destacam-se os setores analisados a seguir, que podem também ser visualizados no mapa de setorização da Unidade Planalto de Uruguaiana.

Coxilha de Santana

É o setor geomorfológico de maior expressão no município de Uruguaiana, recoberto, na maior parte da área, por solos das rochas efusivas básicas.

Representa, na sua maior extensão, a área interfluvial Quaraí-Ibicuí. Nas proximidades da cidade de Uruguaiana sofre uma inflexão e corresponde à área interfluvial do rio Quaraí e do próprio rio Uruguai, compreendendo formas baixas e planas que coalescem com o setor geomorfológico identificado



como Pontal do Quaraí. As cotas mais elevadas da Coxilha de Santana encontram-se fora do Município de Uruguaiana, próximo as nascentes do rio Quaraí no município de Quaraí onde as cotas atingem 400 metros, enquanto que as mais baixas estão no Pontal do Quaraí em níveis altimétricos inferiores a 40 metros, já próximo à confluência com o rio Uruguai. No Município de Uruguaiana as cotas, no setor Coxilha de Santana, são inferiores à 200 metros.

Dissecação do Rio Quaraí

O rio Quaraí tem suas nascentes em cotas em torno de 400 metros, fora do município de Uruguaiana, constituindo-se em um rio bastante encaixado que deságua no rio Uruguai em altitudes inferiores a 40 metros próximo a localidade de Barra do Quaraí-RS. O canal do rio Quaraí descreve um traçado aproximadamente SE-NO no seus AF alto e médio cursos até próximo a confluência com o arroio Camoatim. Apresenta, a partir daí, bruscas inflexões no direcionamento geral do seu canal (E-O, N-S, E-O e S-N) até atingir o rio Uruguai.

Essas bruscas mudanças evidenciam controle estrutural do curso. Nesse segmento ocorre ampla área de acumulação fluvial, contínua até a foz, onde as cotas altimétricas caem suavemente de 60 metros até aquelas inferiores a 40 metros na foz do rio.

O rio Quaraí e seus afluentes, no município de Uruguaiana, apresentam-se em geral encaixados em seus terraços e planícies. É freqüente a ocorrência de áreas alagadas.

A área abrangida pela drenagem do baixo curso do rio Quaraí corresponde as partes terminais da Coxilha de Santana, em menores altitudes próximo à calha do rio Uruguai. Os efluentes do rio Quaraí nascem na Coxilha de Santana em amplas superfícies de aplanamento passando diretamente para um nível topográfico inferior, de relevos planares, que coalescem em extenso terraço fluvial.

Pontal do Quaraí

É a área estreita e alongada entre os rios Quaraí e Uruguai. Corresponde a amplas formas de relevos planares com ocorrência de extensos terraços fluviais e compreende depósitos quaternários holocênicos, aluvionares, compostos de areia, cascalheiros e sedimentos silticos-argilosos de planícies de inundação, terraços e depósitos de calhas de rede fluvial atual e subatual.

Em meio a esses relevos planares, ocorre uma área dissecada, formada por colinas de amplitudes médias, que correspondem à dissecação nas cabeceiras de pequenos cursos de água que drenam para o



rio Uruguai. A essa área dissecada associam-se, segundo o Projeto RADAMBRASIL (1986), ravinamentos em solos com espessuras de até no máximo 1 metro, de coloração cinza esbranquiçada observáveis na rodovia BR-472.

Nos trabalhos de campo, feitos pelos componentes do projeto RADAMBRASIL, foram registradas áreas com freqüentes depósitos rudáceos, predominantemente formando um pavimento detrítico que recobre amplas superfícies e cuja espessura é desconhecida. Nos terraços fluviais já são muito desenvolvidas as culturas cíclicas, em substituição a vegetação natural. Os arroios são represados, gerando inúmeros açudes disseminados e bastantes visíveis na imagem de radar.

Pediplano do Médio Rio Uruguai

É a porção, ao longo do rio Uruguai, no município de Uruguaiana, que se situa entre o rio Ibicuí e a Coxilha de Santana / Pontal do Quaraí. Correspondente a uma extensa superfície de aplanamento produzida por processos de pediplanação desenvolvidos sobre rochas efusivas básicas, em especial, e está representada por formas de relevo planas e baixas, subhorizontalizadas, que de um modo geral se associam a Plintossolos. A passagem das formas planas para as extensas áreas de terraço e planícies fluviais é ressaltada pela mudança nas condições pedológicas e de recobrimento vegetal.

Área de Acumulação Fluvial

Trata-se de setor geomorfológico representado pelos depósitos recentes (planície/terraço) que se distribuem junto aos rios Uruguai, Ibicuí, Quaraí, Touro Passo, Ibirocaí e outros cursos d'água menores.

O rio Uruguai, devido a sua grande área de influência, é formador de diversas áreas de várzea e banhados, onde as litologias predominantes são areias depositadas recentemente, transportadas segundo a elevada dinâmica fluvial de erosão-transporte-deposição (GEOPROSPEC, 1992, p. 13). Sua carga sedimentar é composta de partículas de várias granulometrias (de 0,035 a 2,5 mm). A ausência de mata galeria faz com que haja uma grande contribuição à carga sedimentar do rio, pelo escoamento superficial em sua bacia (GEOPROSPEC, 1992).

V.3.5.2-Geomorfologia da Área de Impacto Direto



A área de impacto direto, conforme o mapeamento de Projeto RADAMBRASIL (1986) está situada em terreno pertencente ao Planalto de Uruguaiana. Este enquadramento é plenamente corroborado tanto pela geologia local como pela ocorrência de solos residuais sobre as rochas basálticas, além dos trabalhos de campo e sondagens realizadas. A área está localizada, portanto, em terreno pertencente a uma superfície aplainada de alto grau de denudação, com altitude média (50-200 metros), relevo ondulado e com predominância da pedogênese sobre a morfogênese.

V.3.6-Solos

V.3.6.1-Pedologia Regional

A maior parte dos solos pertencentes à Unidade Geomorfológica Planalto de Uruguaiana, no município de Uruguaiana, apresenta como substrato o basalto a Formação Serra Geral sedimentos com grande influência deste material. Em áreas localizadas ocorrem solos sobre arenitos da Formação Botucatu.

De acordo com o IBGE (1986) e o DPP (1973) toda a porção compreendida entre os rios Quaraí e Ibicuí apresenta ampla dominância de solos litólicos eutróficos (ver mapa de solos a seguir). São solos em geral muito rasos, com horizonte superficial em torno de 10 a 15cm, assentam diretamente sobre rocha ou sobre um pequeno horizonte C.

O relevo mais comum é o suave ondulado, ocorrendo variações para áreas até forte ondulado. A esses solos associa-se, em certos locais, o Brunizem vértico, mormente nas áreas de relevo ondulado nas encostas dos vales. Os vertissolos ocupam ora os locais planos, próximos às cabeceiras de drenagem, ora a parte do fundo dos vales.

Ocorrências de Planossolos eutróficos, solos típicos de áreas baixas, distribuem-se principalmente junto ao rio Uruguai, próximo a desembocadura na margem esquerda do rio Ibicuí e na área estreita e alongada entre os rios Quaraí e Uruguai (Pontal do Quaraí).

As margens do arroio Ibirocaí, afluente do rio Ibicuí, foram detectadas, também, pelo IBGE, ocorrências de Plintossolos que constituem um prolongamento das extensas áreas praticamente planas na margem direita junto a desembocadura do rio Ibicuí, já no município vizinho de Itaqui, onde os Plintossolos distróficos, eutróficos e álicos dominam.



A ocorrência de Brunizens Vérticos é igualmente expressiva principalmente na calha do rio Quaraí como também ocupando maior extensão de área as margens do arroio Touro Passo e na porção plana localizada entre Uruguaiana e a localidade de Barra do Quaraí.

A profundidade do solo arável é muito pequena, com uma média de 40 centímetros, sob a qual se encontra a rocha ou a camada B do solo. Em muitos lugares o basalto chega a aflorar na superfície (Freitas Neto & Tietböhl, 1994, p. 19).

V.3.6.2-Capacidade de Uso dos Solos

O Projeto RADAMBRASIL (1986), tendo como base a relação entre o uso atual e a capacidade potencial dos solos, delimita o Estado do Rio Grande do Sul em Microregiões Homogêneas.

Conforme pode se observar, o município de Uruguaiana situa-se na mais extensa microregião, identificada como Campanha. Grande parcela deste território possui relevo pouco movimentado onde mais de 90% do território tem declividade inferior a 15%. Apesar de constituir região pecuarista tem um grande potencial agrícola. Segundo a SUPLAN (1978), quanto a aptidão agrícola das terras, a unidade Geomorfológica Planalto de Uruguaiana, localiza-se na mesoregião 9.

Predominam nessa mesoregião, e especialmente no município de Uruguaiana, terras com aptidão para lavoura. Tendo em vista a área correspondente ao município de Uruguaiana, mostrar níveis de exigência muito baixos a baixos quanto às práticas conservacionistas, apresenta limitação nula a ligeira quanto a erosão. Em muito poucas áreas os solos têm limitação moderada a forte, quanto à suscetibilidade a erosão. Apesar da predominância de solos rasos, o teor de argilas retém a umidade necessária à manutenção de pastagens naturais. A pouca profundidade do solo representa um fator limitante para diversas culturas, sendo o domínio das gramíneas nativas e, portanto, aptas à pecuária.

Os fazendeiros do município costumam chamar de "campos duros" aquelas áreas que têm a rocha eruptiva à pequena profundidade e afloramentos rochosos bastante pronunciados e de "campos finos" aqueles cuja fertilidade natural originou uma flora campestre rizomatosa e estolonífera (Battassini, 1997, p. 58).

V.3.6.3-Solos da Área de Impacto Direto

Os solos da área de impacto direto são do tipo litólico eutrófico, formados residualmente sobre derrames basálticos da Formação Serra Geral. A grande ocorrência de blocos e pedras neste solo é



observável até mesmo na superfície, em trabalhos de campo. Os solos são pouco rasos, tendo profundidade de cerca de 1,5 metros sobre a camada de rocha basáltica. Conforme pode ser observado nos perfis das sondagens mistas realizadas (SM 01, SM 02, SM 03, SM 04, SM 05, SM 061, SM 07 e SM 08), os solos são compostos de siltes, argilas e siltes argilosos e argilas arenosas com fragmentos de basaltos.

CARACTERIZAÇÃO TOXICOLÓGICA DOS SOLOS

Amostragem

A investigação direta do subsolo foi feita através de 6 (seis) sondagens a trado, vizinhas às sondagens rotativas realizadas pela EPT, referidas com a sigla SM. As profundidades destas sondagens variaram de 0,30 a 1,40 metro, sendo limitadas por um nível de rocha alterada impenetrável a trado. Os pontos de amostragem foram distribuídos de forma a recobrir da maneira mais completa possível a área do empreendimento.

O equipamento utilizado para a coleta das amostras de solo foi um trado manual de aço, com diâmetro de 3". A cada 0,5 metro foi feita amostragem de material para descrição do perfil litológico e caracterização organoléptica - textura, cor e odor e determinada a concentração de compostos voláteis orgânicos através de PID (*Photo Ionizador Detector*). O material extraído, foi homogeneizado para retirada das amostras as quais foram acondicionadas em recipientes apropriados e mantidas preservadas até a entrega ao laboratório, sendo coletadas 9 (nove) amostras de solo em 6 (seis) furos de sondagens.

Deteção de Gases Voláteis em Solo Através de Medições em Campo

A deteção de gases foi realizada em todas amostras de solo retiradas dos furos de sondagem a trado. Os perfis de sondagem apresentados em anexo mostram os valores do PID nas diferentes camadas.

De acordo com as normas específicas, a metodologia utilizada para a deteção de gases foi a seguinte:

- acondicionamento de amostras compostas de solo, representativas de cada intervalo de 1 metro, em sacos plasticos zipados;
- leitura da concentração total de gases dessas amostras através de um detector de fotoionização, modelo Photovac 2020, marca Perkin Elmer, também denominado PID (*Photoionization*



Detector). O limite de detecção é de 0,2 ppm.

O princípio do funcionamento do PID consiste resumidamente na aspiração do gás da amostra, ionização de moléculas específicas dos compostos orgânicos ionizáveis mediante uma lâmpada UV que emite fótons (fotoionização), medição da concentração dos respectivos íons e emissão de uma descarga elétrica para o microprocessador. Os gases "comuns" como Argônio, Dióxido de Carbono, Nitrogênio, Oxigênio, Vapor de Água, etc. não chegam a ser ionizados pela lâmpada UV porque requerem relativamente maior energia (fótons).

Conforme especificações, o equipamento foi devidamente calibrado antes das atividades de campo utilizando-se o padrão de Isobutileno a 100 ppm.

Essa metodologia apresenta limitações técnicas devido a volatilização, passível de ocorrer durante a manipulação das amostras na fase de pré-acondicionamento.

Somente o Furo 01 correspondente a SM-04 apresentou valores de PID maiores que 10 ppm. Este comportamento pode ser resultado da presença de uma concentração maior de matéria orgânica no solo neste local. Neste local, aliás, existe uma depressão que favorece a acumulação de água e conseqüentemente matéria orgânica.

Análises em Laboratório

As análises foram realizadas em conformidade com as normas ABNT para Resíduos Sólidos.

A coleta das amostras foi realizada pela equipe técnica da AMBIENTAL, seguindo a NBR-10007 – "Amostragem de Resíduos".

As amostras coletadas foram submetidas a ensaios e análises de acordo com a seguinte metodologia:

- Ensaio de Lixiviação – Norma NBR 10005 da ABNT.
- Ensaio de Solubilização – Norma NBR 10006 da ABNT.

Na Massa Bruta das amostras, foram analisados os seguintes parâmetros: Antimônio, Arsênio, Bário, Berílio, Cádmiu, Chumbo, Cobalto, Cobre, Cromo Total, Fluoreto, Mercúrio, Molibdênio, Níquel, Óleos e Graxas, Prata, Selênio, Tálíu, Vanádio e Zinco.

No Extrato Lixiviado da amostra, foram analisados os seguintes parâmetros: Arsênio, Bário, Cádmiu, Chumbo, Cianeto, Cromo Total, Fluoreto, Mercúrio, pH, Prata, Selênio e Sulfeto Total.



No Extrato Solubilizado da amostra, foram analisados os seguintes parâmetros: Alumínio Total, Arsênio, Bário, Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cloreto, Cobre, Cromo Total, Dureza Total, Fenol, Ferro Total, Fluoreto, Manganês Total, Mercúrio, Nitrogênio Nitrato, pH, Prata, Selênio, Sódio, Sulfato. Surfactantes e Zinco.

Os resultados obtidos constam do Volume 2 do EIA.

As análises foram processadas conforme metodologia básica descrita no "*Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater*" – 19ª Edição: Normalizações Técnica Cetesb L5.012, L5.600 e L5.601, adotadas no Brasil pelos principais Órgãos Estaduais de Controle Ambiental (inclusive pela FEPAM do Rio Grande do Sul.).

Conclusões das Análises Toxicológicas no Solo

Os resultados das análises em amostras de solo, à luz da normalização PN 1:603.06.008-ABNT e NBR 10004 permitem enquadrá-las como "*não-inerte*" devido ao fato que as concentrações de Alumínio, Ferro e Manganês no Extrato Solubilizado estarem acima dos padrões previstas para **Resíduos Inertes**.

Contudo, como tais ocorrências se manifestam em todas as amostras de solo pesquisadas (09 ao todo), com resultados praticamente da mesma ordem de grandeza é de se supor que Alumínio, Ferro e Manganês sejam de ocorrência natural, não se debitando, pois, a uma eventual contaminação por resíduos industriais.

Caraterização Granulométrica de Solos

Foram realizados ensaios granulométricos em amostras de solos obtidas a partir das sondagens realizadas pela EPT.

A determinação dos limites de liquidez e plasticidade foi realizada com o uso das seguintes normas técnicas:

- NBR 6459 da ABNT (1984) - Solo - Determinação de limite de liquidez;
- NBR 7180 da ABNT (1984) - Solo - Determinação do limite de plasticidade.

Os resultados obtidos foram os seguintes:



Amostra n°	Limite de liquidez (%)	Limite de plasticidade (%)	Índice de plasticidade (%)
604/97	45	15	30
607/97	48	28	20

Para a execução das análises granulométricas foi utilizada a Norma NBR 7181 ABNT (1984) - "Solo - Análise granulométrica".

USO DO SOLO

Embora a capacidade de uso do solo genérica para a área de impacto direto seja agrícola (mais especificamente o uso como culturas cíclicas), o uso do solo determinado pelo Poder Público (Prefeitura Municipal de Uruguaiana) para o local é industrial. De fato, o empreendimento UTE Uruguaiana (Usina Térmica a gás natural) será implantado na Área Industrial de Uruguaiana, estando - portanto - para fins de adequação com ocupação e uso do solo, perfeitamente enquadrado dentro do contexto legal e institucional vigente.

A área industrial (e, portanto, a área de impacto direto) está localizada fora do perímetro urbano da cidade, instituído pela Lei no 1.004/69 de 1º de dezembro de 1969, na gestão do Prefeito Oscar Miranda Schmitt (Freitas Neto; Lemos; Santos, 1993). A Área Industrial de Uruguaiana localiza-se no 1º Distrito do Município, ou seja, na Sede Municipal (Freitas Neto & Tietböhl., 1994, p. 14). A área do empreendimento está, igualmente, de acordo com a Lei Orgânica do Município de Uruguaiana (promulgada a 3 de abril de 1990 e publicada em 20 de julho de 1990) e com o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Uruguaiana (10 de março de 1989).

O entorno da área industrial apresenta pequenos reflorestamentos com eucaliptos e agricultura de culturas cíclicas, bem como pequenas granjas de cultivo de hortaliças e pastoreio.

V.3.7-Topografia

A topografia da área de impacto direto da Usina Termoelétrica de Uruguaiana pode ser observada no Mapa "Levantamento Plani-Altimétrico da Usina Termelétrica de Uruguaiana (RS)", realizado em escala 1:2.000 pela ENGECORPS (São Paulo), através da Agrobusiness - Serviços Agronômicos Ltda. de agosto a outubro de 1997, apresentado em anexo.



O modelado do terreno da área principal de implantação da Usina Termelétrica de Uruguaiiana mostra valores que variam de 77 até 66,5 metros acima do nível do mar, sendo as curvas de nível obtidas a partir de levantamento topográfico feito baseado em Referência de Nível existente às margens da ferrovia.

V.3.8-Recursos Hídricos

V.3.8.1-Hidrologia

Uruguaiiana e as áreas vizinhas estão situadas na bacia do Rio Uruguai, conforme Figura 4. O Rio Uruguai, situado cerca de 10 km a oeste do local, forma a divisa entre Brasil e Argentina. A área de drenagem da bacia do Rio Uruguai, a montante do medidor de vazão do DNAEE (Departamento Nacional de Água e Energia Elétrica) em Uruguaiiana, é de 163,547 km².

O local do projeto situa-se em um terreno elevado com cerca de 90 m de elevação. Este não contém características hidrológicas significantes a não ser rios, lagos, riachos e pântanos. O local situa-se ao longo de uma bacia que divide dois rios, o Arroio do Imbaa e o Arroio do Salso de Cima. O Arroio do Imbaa, situado cerca de 1 km a leste do local, corre de sudeste a noroeste, desaguando no Rio Uruguai 7 km a montante da Ponte Internacional.

A bacia do Arroio do Imbaa possui 25 km de comprimento e drena uma área de cerca de 175 km². O Arroio do Salso de Cima, situado 1,3 km ao sul do local, corre de sudeste a noroeste, desaguando no Rio Uruguai 1 km a montante da Ponte Internacional. A bacia do Arroio do Salso de Cima possui 16 km de comprimento e drena uma área de cerca de 65 km².

Não há dados históricos de vazão disponíveis para nenhum dos arroios. O fluxo de água dos arroios é dependente da drenagem superficial vindas das atividade agrícolas e dos pastos. O Arroio de Salso de Cima também recebe drenagem urbana considerável na parte oeste da bacia.

Conforme citado acima, o DNAEE opera uma estação de controle de vazão, qualidade da água e chuva, num local cerca de 0,3 km a jusante da Ponte Internacional. O controlador de vazão e a estação de qualidade da água são referidas como Estação #77150000. A estação de monitoramento de chuvas é referido como Estação #02957001. Ambas estações situam-se ao longo da margem do rio a 29 graus, 45 minutos de latitude sul e 57 graus, 5 minutos de longitude leste.

O DNAEE iniciou uma coleta diária de dados de vazão no Rio Uruguai em Abril de 1942. A lista completa destes dados, apresentados como médias mensais das vazões diárias, encontra-se em



anexo. A vazão média diária, registrada numa base mensal, por um período de 41 anos (1942 a 1983) é apresentada na abaixo.

Vazão média diária por mês: 1942-1983

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Vazão (m ³ /s)	2834	2868	3015	3158	4492	5168	5356	5643	6013	6229	5115	3294

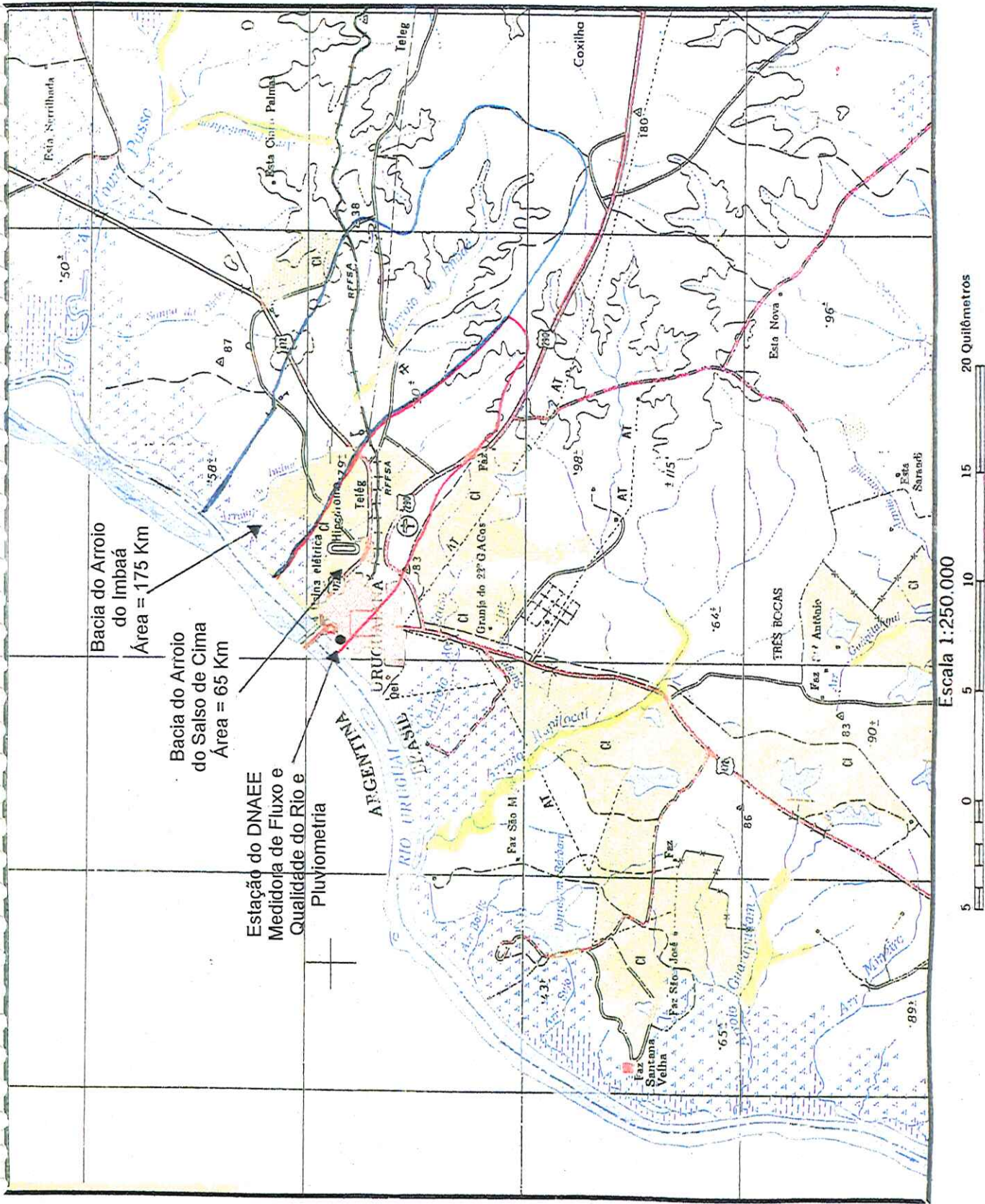


Figura 4 - Bacias Hídricas Locais



Conforme previsto, as vazões menores são observadas durante a metade e o final do verão (janeiro, fevereiro e março) e as maiores vazões durante o início e meio da primavera (agosto, setembro, outubro). A vazão mais baixa registrada foi de 403 m³/s, observada em 5 de janeiro de 1953. A vazão máxima registrada foi de 32.168 m³/s, observada em 19 de Julho de 1983. A vazão média registrada para o período foi de 4.504 m³/s.

O local do projeto é mais alto que a área vizinha e não está sujeita a inundações. Um estudo de zonas de alagamento para o Rio Uruguai (Tucci e Lopes, 1985) delimitaram zonas de alagamento ao redor de Uruguaiana com base em dados históricos de inundação. As zonas de inundação são delimitadas com base na frequência de retorno de inundação estimada, com a Zona A representando que inundam frequentemente (uma vez a cada dois a três anos, em média), e a Zona E representando áreas que raramente alagasse (frequência de retorno em excesso a cada 100 anos). O local do projeto numa, elevação de 90 m, está dentro da Zona E e raramente alagará.

V.3.8.2-Hidrogeologia

Hidrogeologia Regional

O Mapa Hidrogeológico do Brasil, em escala 1:5.000.000 (CPRM, 1983) estabelece três tipos de aquíferos para a região de Uruguaiana:

-os aquíferos contínuos de extensão variável, livres, que são constituídos de sedimentos clásticos não consolidados, com permeabilidade variável, qualidade química das águas geralmente boa e apresentando possibilidades que exploração através de poços rasos (= profundidade menor do que 50 metros); sua importância hidrogeológica relativa é geralmente grande;

-os aquíferos locais restritos às zonas fraturadas, ampliados em certos trechos pelo sistema de arenitos inter e intratrapps, livres ou confinados, compostos por rochas efusivas basálticas e intrusivas associadas, com permeabilidade geralmente média a baixa, qualidade química das águas boa, às vezes com muita sílica; sua importância hidrogeológica relativa é média a pequena;

-os aquíferos contínuos de extensão regional a regional limitada, livres ou confinados, formados por sedimentos clásticos consolidados, de permeabilidade geralmente média a alta, qualidade química das águas geralmente boa; sua importância hidrogeológica relativa é geralmente grande.



De fato, estas três grandes divisões correspondem muito bem às três unidades geológicas, e também hidrogeológicas, presentes na região: os sedimentos recentes dos sistemas fluviais, as rochas basálticas da Formação Serra Geral e o arenito Botucatu - ver Tabela 3, a seguir.

Tabela 3-Coluna Hidrogeológica (geológica) Simplificada para a Região de Uruguaiana.

ERA	IDADE	FORMAÇÃO
Cenozóico	Holoceno	Depósitos Recentes
Mesozóico	Cretáceo	Serra Geral
	Jurássico	Botucatu

Modernamente, o arenito Botucatu tem sido colocado como componente do "Aqüífero Gigante do Mercosul" que é um dos maiores sistemas aquíferos do mundo, constituído por rochas-reservatório do Triássico e do Jurássico confinadas pelo derrame basáltico cretácico, cobrindo uma área superior a 1.194.000 km² (Araujo; França; Potter, 1995, p. 1).

No Rio Grande do Sul há a ocorrência de 157.600 km² deste sistema (Araujo; França; Potter, 1995, p. 1). Os estratos do Jurássico, de origem eólica, constituem-se em bons aquíferos em praticamente toda a bacia (Araujo; França; Potter, 1995, p. 1).

Aqüífero Botucatu

O aquífero Botucatu é o principal da área e de todo o Estado do Rio Grande do Sul (Presotto et alii, 1973, p. 93). A água está contida em espesso pacote de arenitos eólicos de granulação média e fina, que estão colocados, de maneira gradacional sobre a Formação Rosário do Sul. O correm raros falhamentos que, por geralmente estarem preenchidos por material silicoso, razão pela qual são contra-indicados como local para perfuração de poços. Nas zonas em que aflora, o aquífero é do tipo livre; quando coberto pelos derrames básicos da Formação Serra Geral, passa à condição de aquífero confinado, com progressivo aumento de carga artesiana, até um máximo de surgência como pode ser verificado na porção oeste da "cuesta do Haedo", na folha de Uruguaiana (Presotto et alii, 1973, p. 93).

O aquífero Botucatu, na Região da Fronteira Sudoeste do Rio Grande do Sul, apresenta uma superfície total estimada em 39.000 km², dos quais 9.000 km² são aflorantes e 30.000 km² estão recobertos pelos derrames basálticos da Formação Serra Seral (Presotto et alii, 1973, 96).

A Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM calculou o volume total de rocha saturada do aquífero Botucatu como sendo de 258 X 10¹⁰ m³ (Presotto et alii, 1973, p. 98).

A descarga natural do aquífero Botucatu se processa principalmente pela evapotranspiração, pelas suas fontes e pela infiltração vertical ascendente (*leakage*). Na zona de águas sob pressão, a principal descarga natural é representada pelos processos de infiltração vertical ascendente e representa efetiva contribuição deste aquífero na alimentação do aquífero Serra Geral, sobreposto. Este fenômeno é encontrado nas áreas de basalto delgado pela presença de água subterrânea, que recebem a denominação regional de "olho d'água", representando manifestações do aquífero Botucatu confinado.

A descarga antrópica do aquífero Botucatu é a que ocorre artificialmente através de poços e cacimbas.

Existem diversos poços nas propriedades vizinhas do local do projeto que utilizam o aquífero de Botucatu. Estes incluem 6 poços privados (Poços 1 a 6) que penetram pelo menos 40 m no aquífero, e 4 poços pertencentes a CORSAN. Produções d'água variando entre de 100 e 200 m³/h são comuns. Os poços gradeados no topo, a alguns metros do aquífero (poços da CORSAN), produzem menos água (cerca de 30 m³/h). Esta pequena vazão pode ser atribuída a menor penetração do aquífero de arenito, menor diâmetro do poço, e a menor capacidade de bombeamento.

Dois ou mais poços profundos próximos ao local do projeto (Poços de 1 a 6) servirão como poços de observação durante o teste de bombeamento a ser realizado logo após a construção do poço no local. Este teste terá o objetivo de confirmar o potencial de produção de água do poço, identificar os impactos (se houver algum) de bombeamento sustentável nos níveis de água dos outros poços da área, e avaliar a sustentabilidade a longo prazo de retirada de água do aquífero. Uma vez que o poço proposto deverá penetrar mais de 100 m dentro do aquífero de Botucatu, pode ser antecipada uma produção individual em excesso de 200 m³/h. Isto indica que a água subterrânea pode ser uma alternativa viável de suprimento de água para o local.

Aquífero Serra Geral

Os derrames basálticos da Formação Serra Geral não podem ser considerados aquíferos dos melhores. Pelo contrário, sua possibilidade de fornecimento de água é relativamente baixa, oscilando, em média, entre 5 e 10 m³/h. Poços situados em fraturas os próximos delas, entretanto, podem apresentar maior potencialidade aquífera, atingindo valores de até 40-50 m³/h (Presotto et alii, 1973, p. 140).

O aquífero Serra Geral é um dos mais complexos, devido a espessura dos derrames, formas de relevo desenvolvidas e as condições estruturais locais e regionais. Estes fatores conferem aspectos



particulares em determinadas áreas do aquífero, quanto à alimentação, armazenamento, circulação da água, gradiente hidráulico, artesianismo, presença de fontes e de águas suspensas. Além de todos estes fatores, suas causas e efeitos que aumentam a complexidade do estudo das águas subterrâneas nos basaltos, devem ser acrescentadas a presença de arenitos intertrápicos e um complexo sistema de diaclasamento vertical e horizontal.

A região de Uruguaiana e, portanto, as áreas de impacto direto e indireto, estão localizadas na área basáltica delgada do oeste, que é limitada ao norte pelo paralelo 29° 00', ao sul pela fronteira Brasil-Uruguai, a este pela linha de contato das formações Serra Geral e Botucatu e a oeste pelo rio Uruguai. Esta área possui uma superfície de aproximadamente 24.000 km² e inclui os municípios de Itaqui, Uruguaiana, Quaraí, Alegrete e Santana do Livramento. A topografia é plana ou suavemente ondulada (presença de coxilhas) e a espessura média dos derrames basálticos varia de 70 metros, na porção norte do rio Itaqui, até 100 metros ao sul deste rio. Nesta área, a basáltica delgada, existem boas possibilidades - dadas as espessuras menores dos derrames basálticos - de, uma vez atingido o aquífero arenítico, realizar a exploração econômica da água subterrânea do Botucatu que está sotoposto.

Hidrogeologia da Área de Impacto Direto

Há três aquíferos na área de impacto direto: um aquífero superficial livre, dentro dos solos e porção superior da camada rochosa intemperizada, um confinado dentro da camada basáltica e outro, também confinado e o mais profundo de todos, no arenito Botucatu.

O aquífero superficial livre foi bem estabelecido durante os trabalhos de campo, sendo representado nos perfis de sondagens mistas executados (SM 01, SM 02, SM 03, SM 04, SM 05, SM 061, SM 07 e SM 08), sendo que a profundidade do nível d'água desenvolvido oscilou entre 0,3 e 5,5 metros.

O manto de alteração do basalto é predominantemente argiloso, ocorrendo por vezes, algum material arenoso resultante dos fragmentos de quartzo da zona amigdalóide decomposta, bem como finos fragmentos de basalto e de areias, estas provenientes da alteração dos arenitos intertrápicos.

As precipitações pluviométricas na área ocorrem em todas as estações do ano, sendo mal distribuídas somente durante o verão, fato que tem influência no reabastecimento do nível freático.

As chuvas que caem sobre o manto de intemperismo da Formação Serra Geral, infiltram-se somente em pequenas quantidades. Parte dessa água vai se infiltrar nas juntas do basalto em contato com o manto de alteração e percolam descendentemente para o aquífero Serra Geral. A outra parte que fica



retida no manto de intemperismo, consegue criar uma zona de saturação, que é a responsável pelo abastecimento dos poços domésticos.

O volume de água absorvida pelo manto de intemperismo é muito maior no inverno que no verão, pois neste último período, as chuvas torrenciais são comuns, diminuindo a infiltração e provocando o escoamento para as drenagens locais da maior parte das águas caídas.

No inverno, entretanto, a circulação da água no manto é mais efetiva, pois nessa estação as chuvas caem com pouca intensidade, permitindo criar um pequeno lençol freático.

Amostragem da Água Subterrânea

As amostragens de água subterrâneas foram feitas em 04 (quatro) poços, selecionados entre os já existentes na área, bem como poços de monitoramento e furos de sondagem especialmente perfurados visando os estudos de avaliação ambiental da área de impacto direto. As características das águas coletadas está apresentada na Tabela 4, a seguir.

Tabela 4- Características das Amostras de Água Coletadas

Amostra	Localização	Características
A	SM-05 - Poço de Monitoramento Instalado pela EPT	Área de pastagem e localizada no centro do empreendimento
B	Poço tubular com 60 metros de profundidade, na área adjacente oeste da empresa King Meat	Poço situado na propriedade rural vizinha ao empreendimento. Nos arredores do poço, existe um curral e um pequeno depósito de resíduos domésticos que são enterrados, queimados e dispostos através de fossas
C	Poço tubular de 75 metros de profundidade situado na CAUL	Segundo informações do geólogo local (Gerente da CAUL) este poço atingiu um "intertrap" de arenito. Ao redor do poço existem escritórios, armazéns e áreas de expedição de arroz.
D	Furo de Sondagem SW-03 da EPT	Sondagem localizada ao lado do sítio vizinho, próximo a cerca do limite da área. Destaca-se a presença de resíduos domésticos próximos ao furo.

A coleta foi efetuada com "bailer" de polietileno de alta densidade descartável. A coleta de água foi feita através de frascos, a partir de descarga direta de água do poço.

Análises Realizadas nas Amostras de Água Subterrânea

As amostras de água coletadas foram submetidas a uma completa caracterização físico-química e biológica, envolvendo parâmetros listados na Normalização americana (*Priority Pollutants*) e brasileira



(Resolução CONAMA n. 20 de 18.06.1997). Os parâmetros analisados (202 no total) podem ser agrupados conforme mostra a Tabela 5 a seguir.

Tabela 5-Tipos de Parâmetros Analisados nas Amostras de Água Subterrânea

SÉRIE	QUANTIDADE
Análises Físico-Químicas Inorgânicas	25
Pesticidas Organo-Clorados e PCB's	29
Pesticidas Organo-Fosforados	08
Compostos Organo Voláteis	70
Compostos Orgânicos Semi-voláteis	70
TOTAL	202

As análises foram realizadas nos laboratórios da AMBIENTAL (São Paulo) e nos da empresa CEIMIC CORPORATION (San Diego, CA - USA) que é certificada com a ISO GUIDE 25.

Os resultados dos parâmetros analisados foram comparados com os padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA n. 20, Artigo 4º, para coleções hídricas enquadradas na Classe I, a qual regula as:

- (a) águas destinadas ao abastecimento doméstico após tratamento simplificado;
- (b) a proteção das comunidades aquáticas;
- (c) a recreação de contato primário;
- (d) a irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvem rente ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de películas, e
- (e) a criação natural e/ou intensiva de espécies destinadas a alimentação humana (aquicultura).

Trata-se de uma legislação com uma gama de parâmetros dos mais amplos dentre os diplomas legais existentes, quer em nível federal ou estadual. A comparação dos resultados obtidos dos diversos parâmetros com os padrões estabelecidos para a Classe I considerou os limites mais restritivos dentre todas as classes em que são enquadrados os rios do território nacional.

Conclusões das Análises nas Amostras de Água Subterrânea

Com relação à água subterrânea a avaliação dos resultados foi feita em conformidade aos padrões de qualidade estabelecidos no Artigo 4 da Resolução CONAMA nº 20 utilizado apenas como referência, uma vez que não há enquadramento formal dos rios daquela região em nenhuma das classes



previstas na legislação federal.

Contudo, tais padrões são muito restritivos, a ponto de um grande número dos parâmetros listados nesta Norma exigirem limites abaixo dos limites de detecção do método, especialmente compostos orgânicos, embora os métodos analíticos utilizados (*Standard Methods* e Métodos EPA 8081, 8140, 8260 e 8270 que incluem instrumentação GC / MS) sejam considerados "*up to date*".

Esta falha observada naquele documento da legislação federal tem contribuído para sua pouca aplicação pelos órgãos estaduais de controle por falta de praticidade.

Entretanto, tendo em vista a necessidade de se posicionar acerca da integridade das águas subterrâneas, objeto deste estudo de impacto ambiental, deve-se ser registrado que, sob o ponto de vista sanitário e ambiental, a qualidade de água destes poços encontra-se preservada, embora alguns parâmetros tenham excedido os limites adotados.

Dentre os parâmetros inorgânicos, não-conformes, há a assinalar, Ferro e Zinco na Amostra A, bem como Bário, Cobre, Ferro, Manganês, Níquel e Zinco na Amostra D.

Dentre as substâncias listadas entre os Compostos Orgânicos Voláteis, os parâmetros, cujos valores estão acima dos limites de detecção dos métodos analíticos utilizados são: Acetona, MEK e Tolueno na Amostra A; 1,2 Dicloroetano na Amostra B; Dissulfeto de Carbono na Amostra C e Cloreto de Metileno na Amostra D. Estes parâmetros, aliás, não estão listados no Artigo 4 da Resolução 20 do CONAMA.

Quanto aos organofosforados e carbamatos totais, limitados no Artigo 4 em 10 µg/L para rios de Classe 1, os resultados obtidos em todas as amostras indicaram valores < 63 µg/L no total, pouco acima daquele limite, embora ainda abaixo dos limites de detecção.

No que se refere aos resultados obtidos na amostra D, os testes de campo indicaram a presença de gases que foram debitados à existência de matéria orgânica no local o que pode ser possível, uma vez que tal furo se localiza próximo a um depósito de resíduos domésticos na vizinhança. Este fato pode também ser corroborado pelos resultados dos parâmetros não-conformes da amostra D, já citados, além do Cloreto de Metileno, dentre os orgânicos voláteis e Ftalatos dentre orgânicos semi-voláteis.

Tais resultados devem, contudo, serem encarados como atípicos uma vez que não comprometem, dadas as características da área objeto desta avaliação ambiental, podendo-se pois concluir praticamente pela pouca expressividade quanto ao passivo ambiental devido às águas subterrâneas e a solo da área.



V.3.8.3-Qualidade dos Corpos D'água

Água Superficial

Conforme apresentado anteriormente, Resolução CONAMA No. de 20 de Junho 18 de 1986 estabelece limites de qualidade da água e/ou condições de para 9 classes de água fresca, turva e salgada. Estes limites e condições são estabelecidos para prevenir efeitos diversos na saúde pública, bem estar e no equilíbrio ecológico aquático, devido a deterioração da qualidade da água. A classificação dos corpos de água é baseada no nível de qualidade da água requerido para atender às necessidade da comunidade, e não necessariamente a atual qualidade da água. A responsabilidade de classificar águas a nível federal, tais como o Rio Uruguai, fica a cargo da SEMA, Secretaria Especial de Meio Ambiente do Ministério do Interior. Uma vez que não foi designada uma classificação formal para o Rio Uruguai, de acordo com o Artigo 20 da Resolução No. 20, o rio é considerado Classe 2. Baseando-se no mesmo critério, o Arroio do Imbaa e o Arroio do Salso seriam considerados Classe 2.

O DNAEE (Departamento Nacional de Água e Energia Elétrica) tem monitorado a qualidade do Rio Uruguai, trimestralmente, em uma estação de amostragem instalada na estação de medição de vazão do Rio Uruguai (Estação #77150000, situada cerca de 0,3 km a jusante da Ponte Internacional). Os resultados analíticos de 19 trimestres de amostragem de qualidade da água conduzidos de Maio de 1985 a Outubro de 1993 são apresentados no Volume 2 do EIA.

Estes resultados analíticos indicam que água do rio é em geral branda. A dureza observada em 17 amostras coletadas ao longo de um período de oito anos vão de 12 a 60 mg/l (como CaCO₃), com valores médios (média aritmética) de 26 mg/l (como CaCO₃). As concentrações observadas da maioria dos parâmetros se encontravam dentro do esperado e estavam bem dentro dos limites aplicáveis à qualidade das águas Classe 2. Concentrações de diversos parâmetros, entretanto, excederam os limites para águas Classe 2.

Valor elevados de coliformes fecais totais observados podem provavelmente ser atribuído aos descartes de efluentes sanitários sem tratamento do município de Uruguaiana. Embora a construção de uma estação de tratamento ter sido iniciada segundo informações, atualmente o tratamento de esgoto sanitário não está disponível. Os descartes de efluentes sanitário sem tratamento e contribuições das drenagens agrícolas são provavelmente responsáveis pelas altas concentrações de fosfato e de oxigênio dissolvido. As elevadas concentrações de fenol podem ser atribuídas a alguma interferência associadas às concentrações avaliadas com baixos limites de detecção, não sendo um indicativo de contaminação.



A temperatura do rio varia do verão ao inverno. A temperatura média da água de 5 amostras coletadas durante os meses de verão (Dezembro, Janeiro, Fevereiro e Março) foi de 25°C. A temperatura média da água de 4 amostras coletadas durante os meses de inverno (Junho, Julho, Agosto e Setembro) foi de 15°C. As temperaturas máximas e mínimas observadas foram 27°C e 10°C, respectivamente.

Água Subterrânea

Em agosto de 1997, a Engecorps, conduziu uma investigação hidrogeológica. Esta investigação incluiu amostragem de água de um furo no local, um poço de monitoramento do local e de dois poços existentes situados nas propriedades vizinhas. As amostras foram coletadas no local foram retiradas de furos de cerca de 12 m abaixo da superfície do e representa amostras de água do topo da camada de basalto. Amostras coletadas fora do local foram retiradas de poços profundos gradeados numa camada intercalada de arenito, situado mais profundo na cama de basalto (um a 60m e outro a 75m abaixo da superfície). Todas as amostras de água foram analisadas pelo Ambiental Laboratórios, SP, Brasil ou CEIMIC de San Diego, Califórnia, para uma lista de parâmetros incluindo:

- 1) inorgânicos e parâmetro geral de qualidade da água (Ambiental);
- 2) pesticidas organoclorados e PCB's (CEIMIC);
- 3) pesticidas organofosforados (CEIMIC);
- 4) compostos voláteis orgânicos (CEIMIC);
- 5) compostos semi-voláteis orgânicos (CEIMIC)

As análises foram conduzidas em conformidade com as metodologias descritas nos "Standard Methods" para a análise de águas e efluentes líquidos - 19ª Edição e também para atender às exigências da ISO Guia 25. Os resultados das análise de água subterrânea, apresentados anteriormente no item associado à hidrogeologia não serão repetidos aqui.

Os resultados desta análise indicam que a água dentro da formação de basalto fraturado e nas camadas alternadas de arenito é geralmente boa. Os resultados analíticos não indicam nenhuma evidência de contaminação histórica no local. As análise de inorgânicos das amostras dos poços de monitoramento rasos, e das perfurações do solo indicaram a presença de concentrações um pouco elevadas (quando comparadas aos padrões para águas classe 1) para certos metais (ferro, manganês, cobre, zinco, níquel e bário). Estas concentrações elevadas de metais são provavelmente naturais e não devido a fontes de

contaminação passadas. Concentrações elevadas de metais não foram observadas nos poços profundos fora do local.

As amostras coletadas não apresentaram concentrações detectáveis de PCB's ou pesticidas. Níveis elevados de certos parâmetros voláteis (acetona, cloro, clorofórmio, MEK, tolueno) e de um parâmetro semi volátil (2- etilhexa phtalato) também chamado de DEPH foram detectados em amostras coletadas no poço raso de monitoramento e nas perfurações do solo. Estas concentrações elevadas são provavelmente devido a contaminação no campo ou no laboratório e não a contaminação passadas no local.

Estão sendo realizadas - novembro de 1997 - amostragens e análises da água do poço de suprimento de água/teste, atualmente em construção. Os resultados, entretanto, ainda não estão disponíveis.

CORSAN (Companhia Riograndense de Saneamento), mantém diversos poços de suprimento de água dentro do distrito urbano de Uruguaiana. Estes poços retiram água do topo, alguns metros do aquífero de Botucatu. Para esta avaliação, não possuindo dados da qualidade da água de poços profundos no local, os dados coletados dos poços da CORSAN serão considerados representativos para o local do projeto. A qualidade da água no aquífero profundo é esperado que seja um pouco (concentrações menores de sólidos dissolvidos, bicarbonato, dureza, etc.) que dos poços da CORSAN.

Os poços da CORSAN fornecem água de boa qualidade. A dureza total nos quatro poços varia entre 26 e 81 mg/l (como CaCO_3), com valores médios de cerca de 48 mg/l. Esta dureza indica um suprimento de água branda. Para os parâmetros listados, a qualidade de água cumpre com os critérios de água classe 1.

V.3.8.4-Usos Atuais da Água Superficial e Subterrânea

As águas superficiais potencialmente afetadas pelo projeto, seja do Rio Uruguai, seja do Arroio do Imbaá não foram formalmente classificadas pelo Governos Federal e Estadual. Conseqüentemente, de acordo com o Artigo 20 da Resolução No. 20 de 18 de Junho de 1986, esta águas são, por definição consideradas Classe 2. Por definição, os uso das águas classe 2 são:

- a)uso doméstico após tratamento convencional;
- b)proteção de comunidades aquáticas;
- c)recreação de contato primário (esqui aquático, natação, e mergulho);



- d) irrigação de vegetais e plantas frutíferas; e
- e) natural e/ou produção intensiva (aquicultura) e espécies para consumo humano.

O Rio Uruguai serve como fonte de água potável para a cidade de Uruguaiana. De acordo com registros de 1995 a 1997, CORSAN (Companhia Riograndense de Saneamento), retirou e tratou cerca de 30.000-36.000 m³/d de água do rio para atender a demanda de água potável da cidade. O desenvolvimento contínuo da cidade resultará em um aumento da demanda nos próximos anos. Com uma vazão média de cerca de 4.504 m³/s (389 milhões m³/d) e a vazão diária mais baixa registrada de 403 m³/d (35 milhão m³/d), conclui-se que o rio será capaz de suportar retiradas adicionais tanto pela CORSAN como pela UTE de Uruguaiana.

Efluente sanitário da cidade, sem tratamento, é retornado para o rio pelo Arroio do Salso de Cima. Descartes de efluentes sanitários sem tratamento resultaram em níveis elevados de coliformes fecais e totais no Rio Uruguai a jusante do Arroio do Salso de Cima.

O Rio Uruguai é usado para recreação para atividades como pesca, navegação, esqui aquático e *wind-surf*. O rio não é utilizado para pesca comercial ou aquicultura. Devido a sua profundidade rasa, este não serve como via de navegação.

Exceto por pequenas quantidades de água aduzidas do Arroio do Imbaa para irrigação, este recurso não serve como suprimento local de água. O principal descarte para o Arroio do Imbaa é a drenagem de águas pluviais das áreas agrícolas e de pastagem. A empresa Frigoeste de processamento de carnes, situada a leste (e a montante) do local do projeto, segundo informações, contribui significativamente com efluentes industriais não tratados que vão para o Arroio do Imbaa. Pescaria tem sido observada ao longo das margens do Arroio.

A água subterrânea aos arredores do local do projeto é usada para consumo humano, irrigação, e para animais. Os poços de abastecimento variam de rasos (60 a 80 m BGS) instalados na formação basáltica e gradeado nas camadas alternadas de arenito (produzindo de 10 a 50 m³/h), a poços profundos (100 a 200m BGS) instalados na formação de arenito (Botucatu) (produzindo de 100 a mais de 200 m³/h). O Botucatu é conhecido como um aquífero altamente produtivo e é considerado como uma fonte abundante e inesgotável de água de alta qualidade. O teste de bombeamento que está sendo atualmente conduzido no local pela Engecorps avaliará o potencial de suprimento do aquífero.



V.3.9-Geodinâmica

V.3.9.1-Inundações

O rio Uruguai é o segundo sistema fluvial da Bacia do Rio do Prata em importância, com área total de 276.000 km² (46% em território Brasileiro), o primeiro sendo representado pela Bacia do Paraná com uma superfície de 1.510.000 km². Nasce em território brasileiro, na Serra Geral, a uma altitude de cerca de 1800 metros, com o nome de rio Pelotas, e se desenvolve por uma extensão de aproximadamente 1600 quilômetros (Tucci e Lopes, 1985, p. 20).

O curso superior que drena uma superfície de 115.718 km² é limitado pela localidade de Garruchos, distante 368 quilômetros da foz do rio Peperi-Guaçu, logo após a qual o rio Uruguai torna-se internacional, fazendo, nos 850 quilômetros seguintes, fronteira com a Argentina. Desenvolve-se na direção leste-oeste no curso superior mudando-a, após para nordeste-sudoeste (Tucci e Lopes, 1985, p. 20).

A partir de postos fluviométricos ao longo do rio Uruguai, foi possível estabelecer (Tucci e Lopes, 1985) o mapeamento e as densificações de curvas de cheias, que expressam as inundações deste curso de água. Assim, conforme as curvas de frequência para os locais em que há dados, é possível ter as curvas de cotas *versus* probabilidade (ou tempo de retorno) de um determinado nível de inundação. A vazão média de cheia apontada para o rio Uruguai em Uruguaiana é de 16.933 m/s (Tucci e Lopes, 1985). Foi estabelecido que a cheia de julho-agosto de 1983 tem um período de retorno da ordem de 63 anos, sendo que neste evento as águas subiram até a altitude de 53,05 metros junto à ponte que liga Uruguaiana à cidade argentina de Paso de los Libres; levando em conta as curvas de frequência das enchentes, é possível afirmar que os valores máximos atingidos se mantêm entre as altitudes de 50,27 metros e 54,97 metros (amplitude de 4,70 metros) para os respectivos períodos de retorno de 5 a 1000 anos.

Estes valores isentam a área de implantação da UTE Uruguaiana de qualquer risco de inundação, uma vez que as cotas do empreendimento estão situadas em mais de 70 metros acima do nível do mar.

V.3.9.2-Erosão

A área de impacto direto está localizada em terreno de alto grau de denudação, com altitude média (50-200 metros), relevo ondulado e com predominância da pedogênese sobre a morfogênese. Do

ponto de vista ambiental, não são observados processos erosivos violentos (boçorocas e ravinas) de origem natural ou antrópica, caracterizando uma situação de resistasia predominante com relação ao grau de erosão.

V.4-Meio Biótico

V.4.1-Geoprocessamento e Classificação de Imagem de Satélite

V.4.1.1-Introdução

As técnicas desenvolvidas no sensoriamento remoto vêm se constituindo em grande avanço na avaliação de tipos de cobertura do solo para uma série de atividades. Além do custo reduzido, as imagens de alguns satélites apresentam a vantagem de serem obtidas e gravadas sistematicamente em intervalos regulares de tempo. Isso permite escolher a imagem de uma região em uma data que melhor se aproxime à data de avaliação da área em foco. A existência de várias bandas espectrais possibilita, ainda, a extração de características típicas das diferentes classes de uso/cobertura do solo (JENSEN, 1986).

Nos últimos anos, o rápido desenvolvimento dos sistemas de informação geográfica permitiu também a associação de informações cartográficas aos produtos de sensoriamento remoto, acrescentando maior consistência às análises efetuadas com esses produtos (ASSAD & SANO,1993; BURROUGH, 1992). Quanto à escala da base cartográfica utilizada, LOCH (1994) afirma que, em regiões com área superior a 250 hectares, a escala 1:50.000 possibilita a determinação de classes de uso e cobertura do solo através de imagens LANDSAT-TM. Há, no entanto, a possibilidade de se alcançar resultados com precisão compatível com a escala 1:25.000 com essas imagens (ANDRADE, 1994).

V.4.1.2 Metodologia

Base Cartográfica

Como base cartográfica foram utilizadas as cartas *Uruguaiana (MI-2958/4)*, *Foz do Imbaá (MI-2958/4)*, *Ventenas (MI-2959/3)* e *São Marcos (MI-2959/1)*, em escala 1:50.000, da Diretoria de Serviço Geográfico do Exército (DSG).

Imagem de Satélite

A área de estudo é visualizada na órbita 225 ponto 081 do sistema de referência LANDSAT-5. Foram utilizadas as bandas 3 (vermelho), 4 (infravermelho próximo) e 5 (infravermelho médio) do sensor

LANDSAT TM, desta órbita, coletadas em 17/12/1996 e fornecidas pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) ao nível de correção 4, formato TIFF, gravadas em CD-ROM.

Equipamento e Programas

O equipamento utilizado constitui-se basicamente de microcomputadores PC Pentium e periféricos, incluindo mesa digitalizadora DIGIGRAF tamanho A1 e impressora jato de tinta, além de receptor GPS (*Global Positioning System*). Quanto ao software, empregou-se o programa TOSCA (JONES, 1993), para a digitalização dos elementos de interesse das cartas da DSG, e o Sistema de Análise Geográfica IDRISI (EASTMAN, 1995), para o processamento da imagem de satélite e elaboração do mapa final, bem como para o cálculo de áreas.

Considerações Sobre as Bandas Utilizadas

As imagens LANDSAT-TM têm atualmente uso intenso no mapeamento e monitoramento de recursos naturais. As principais características que diferenciam essas imagens das de outros satélites podem ser resumidas na sua resolução temporal, espacial, espectral e radiométrica.

A *resolução temporal* é a frequência com que o satélite passa sobre a mesma porção da superfície terrestre. No caso do LANDSAT-5, essa frequência é de 16 dias, a qual permite selecionar a melhor data a utilizar dentro de um determinado período de interesse. Pode-se, dessa forma, excluir aquelas imagens onde houver uma cobertura de nuvens prejudicial à visualização da área em foco, tornando possível o acompanhamento da evolução de cultivos ou de outros fenômenos.

A *resolução espacial* pode ser definida como o menor ponto possível de ser detectado pelo sensor do satélite. Nas imagens LANDSAT-5 TM esse valor é de 30 metros, ou seja, equivale a uma área de 30 x 30 metros no terreno, sendo o elemento de resolução denominado *pixel*.

Cada pixel contém o registro da energia solar refletida pela superfície terrestre, que é armazenado como um valor digital possível de ser processado em computador. A quantidade mínima de energia perceptível pelo sensor constitui a sua *resolução radiométrica*. Esta característica possibilita, muitas vezes, registrar elementos cujo tamanho é inferior à resolução espacial, o que acontece quando tais elementos apresentam um comportamento muito diferente da superfície ao seu redor em termos da reflexão da energia solar. Eles são detectados em função do que pode ser chamado de razão de contraste

radiométrico. No caso das imagens LANDSAT-5 TM a resolução radiométrica é distribuída em 256 níveis discretos (0 a 255).

A *resolução espectral* refere-se à possibilidade de obter o valor da energia solar refletida pela superfície terrestre em diferentes porções do espectro eletromagnético, chamadas bandas. O satélite LANDSAT possui 7 bandas. As três primeiras situam-se na porção visível, ou seja, dentro da porção do espectro eletromagnético que o olho humano consegue perceber, e as demais bandas na porção do infravermelho, que o olho humano não enxerga. Há que se destacar que justamente na porção não visível (infravermelho) é que os vários elementos da superfície terrestre apresentam as maiores diferenças. Como todas as bandas podem ser analisadas em computador, as imagens tornam-se uma valiosa ferramenta para mapeamentos de uso e cobertura do solo.

As bandas, combinadas, para gerar uma outra, chamada de composição colorida, onde os diferentes temas da superfície a ser analisada podem ser mais facilmente visualizados. A geração de uma composição colorida permite associar uma das cores vermelho (R), verde (G) ou azul (B) a três bandas espectrais. Como isso pode ser feito com bandas situadas na porção não visível do espectro eletromagnético, as composições coloridas são também denominadas de *falsa cor*. A composição clássica RGB 543 (cores vermelho, verde e azul respectivamente atribuídas às bandas 5, 4 e 3), que apresenta características visuais semelhantes a uma fotografia colorida convencional, pode ser visualizada na Figura 5.

Geo-Referenciamento da Imagem

O geo-referenciamento de uma imagem consiste num conjunto de operações numéricas que modificam ou alteram sua geometria de maneira a ajustá-la a um sistema de coordenadas geográficas considerado como referência (PHILLIPS & SWAIN, 1988; SCHOWENGERDT, 1983).

Para o geo-referenciamento da imagem empregada neste trabalho foram utilizados 13 pontos de controle identificáveis tanto nas cartas-base (sistema de coordenadas UTM - Universal Transversa de Mercator) quanto na imagem, obtendo-se assim 13 pares de dados. Estes pares de dados foram as variáveis utilizadas no modelo de registro, no presente caso, um polinômio de primeiro grau. O procedimento detalhado é descrito no manual do sistema IDRISI (EASTMAN, 1992).

A imagem geo-referenciada compreendeu uma área de 350,95 km² quilômetros quadrados com uma resolução de 30 metros (582 linhas x 670 colunas), compreendida entre as coordenadas UTM

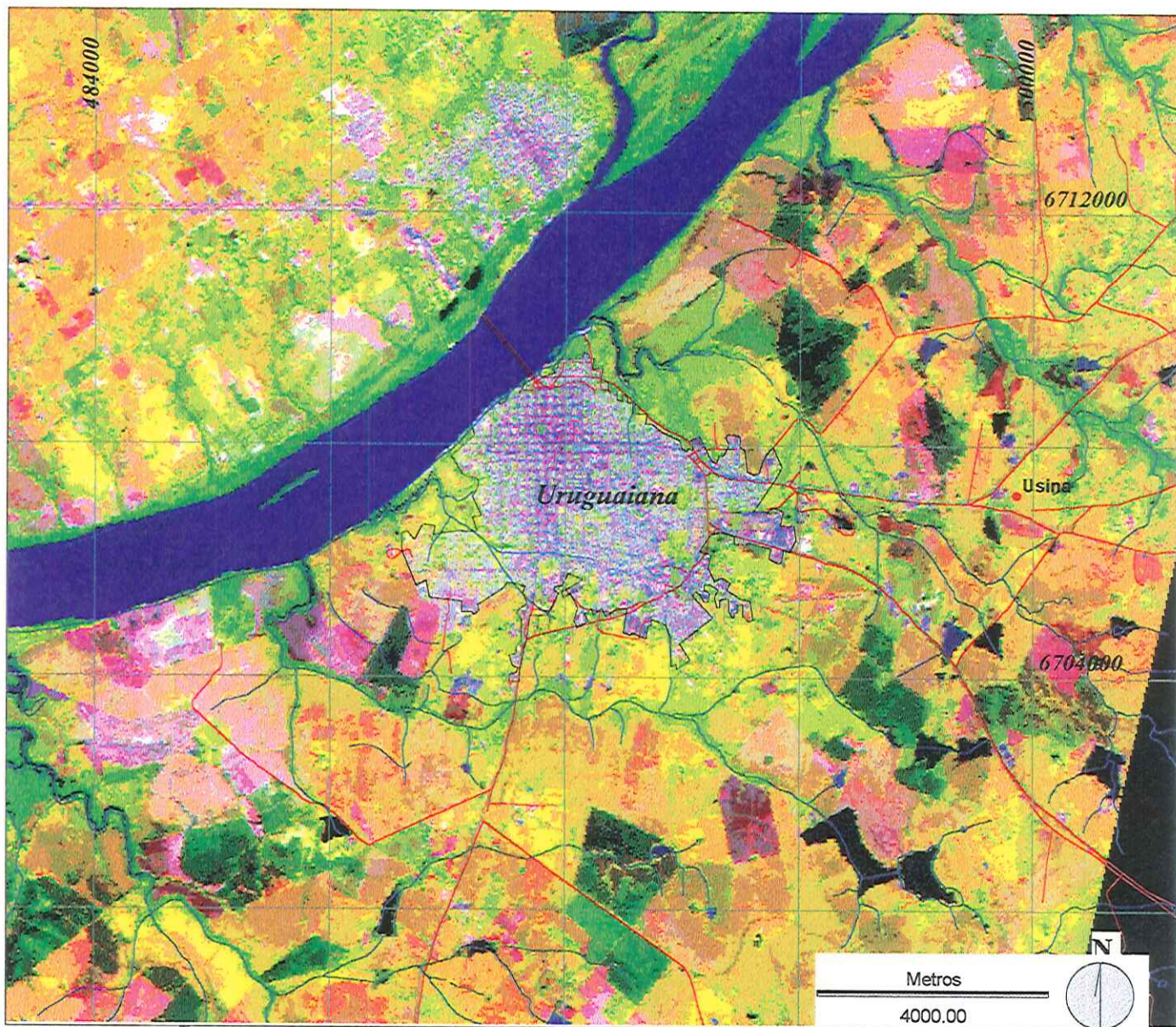


Figura 5 -Composição Colorida (RGB-543), Imagem Landsat - 5 TM de 17/12/96, órbita 225.081, geo-referenciada ao sistema UTM, correspondente aos limites da área de estudo, Município de Uruguaiiana.



482.400 m e 502.500m em X e 6.698.000 m e 6.715.460 m em Y . Em função da área de estudo situar-se no limite entre duas órbitas, uma pequena porção dessa área não é coberta pela imagem de satélite, mas não há prejuízo para a análise já que a localização dessa porção está fora da faixa de interesse. O erro médio de geo-referenciamento obtido foi de 19,87 metros, o que, considerando-se um pixel (elemento de resolução) original de 30 metros, é satisfatório pois representa cerca de 2/3 de pixel. Foram geo-referenciadas as três bandas individuais (3, 4 e 5) e a composição colorida RGB 543. A precisão do registro foi verificada sobrepondo-se à imagem geo-referenciada alguns elementos das cartas, como as redes hidrográfica e viária, as quais ajustaram-se adequadamente.

Classificação da Imagem

A classificação da imagem digital envolveu duas etapas. Uma classificação preliminar serviu para visualizar a distribuição das principais classes espectrais e orientar a definição de áreas de treinamento para a classificação definitiva. Na classificação definitiva cada classe de uso e cobertura do solo encontrada na área de estudo na data da imagem (17/12/1996) foi discriminada, cartografada e teve sua área calculada.

a) Classificação preliminar

Para a classificação preliminar utilizou-se um algoritmo de classificação não supervisionada baseado em análise de agrupamento, empregando-se a rotina CLUSTER do sistema IDRISI. Essa rotina utiliza a técnica do pico do histograma numa análise de agrupamento sobre as bandas que originaram uma composição colorida falsa cor. O método equivale a identificar os picos de um histograma unidimensional, sendo o pico definido como um valor de maior frequência que a de seus vizinhos. Uma vez identificados os picos, todos os valores possíveis são assinalados ao pico mais próximo e a divisão entre as classes cai no ponto médio entre os picos. No presente caso foi utilizado um histograma tridimensional, já que se utilizaram três bandas (EASTMAN, 1992).

b) Trabalho de campo

A área de estudo foi percorrida e, em vários pontos escolhidos pela ampla visão do entorno que ofereciam, foram determinadas as coordenadas geográficas através da utilização de GPS, procurando-se localizar tipos específicos de cobertura do solo. Foram também efetuadas anotações sobre imagens com a

classificação preliminar impressas em papel. Os dados levantados em campo serviram de auxílio à definição e confirmação das classes finais de cobertura do solo identificadas através da classificação da imagem de satélite.

c) Classificação definitiva

A classificação definitiva foi conduzida com base na classificação preliminar e nos dados auxiliares obtidos em trabalho de campo, com apoio de GPS, citados no item anterior. Também serviram como auxílio as redes hidrográfica e viária extraídas das cartas da DSG.

Foi efetuada uma classificação supervisionada baseada na máxima verossimilhança gaussiana, utilizando-se a rotina MAXLIKE do sistema IDRISI. Este algoritmo avalia uma função de densidade de probabilidade multidimensional (baseada no número de bandas utilizadas) para determinar a probabilidade com que determinado pixel é atribuído a cada uma das classes especificadas, associando-o àquela cujo valor de probabilidade calculado for maior. A obtenção dos estimadores dos parâmetros estatísticos a utilizar no algoritmo classificador (vetor de médias e matriz de variâncias-covariâncias de cada classe nas várias bandas) foi feita a partir de áreas de treinamento pré-definidas.

Optou-se inicialmente por um número de 8 classes, escolhido em função das diferenças de assinatura espectral dos vários tipos de uso/cobertura do solo nas três bandas e em função dos dados auxiliares disponíveis. Utilizou-se na definição das áreas de treinamento para essas classes uma composição colorida falsa cor RGB 543 -vide Figura 5 - além da banda 3 original, com ampliação de contraste.

Após a classificação o número de classes foi reduzido mediante o agrupamento daquelas que representavam o mesmo tema em termos de cobertura do solo. A classe correspondente à área urbana foi a última a ser introduzida na imagem, tendo sido delimitada manualmente por interpretação visual da banda 3 com realce de contraste. Esse procedimento foi adotado devido ao fato de que essa classe não pôde ser satisfatoriamente mapeada pela classificação automática.

V.4.1.3-Resultados

A elaboração do mapa final de uso e cobertura do solo - vide Figura 6 - da área de estudo, após a classificação definitiva da imagem e os ajustes finais da classificação, envolveu uma série de operações

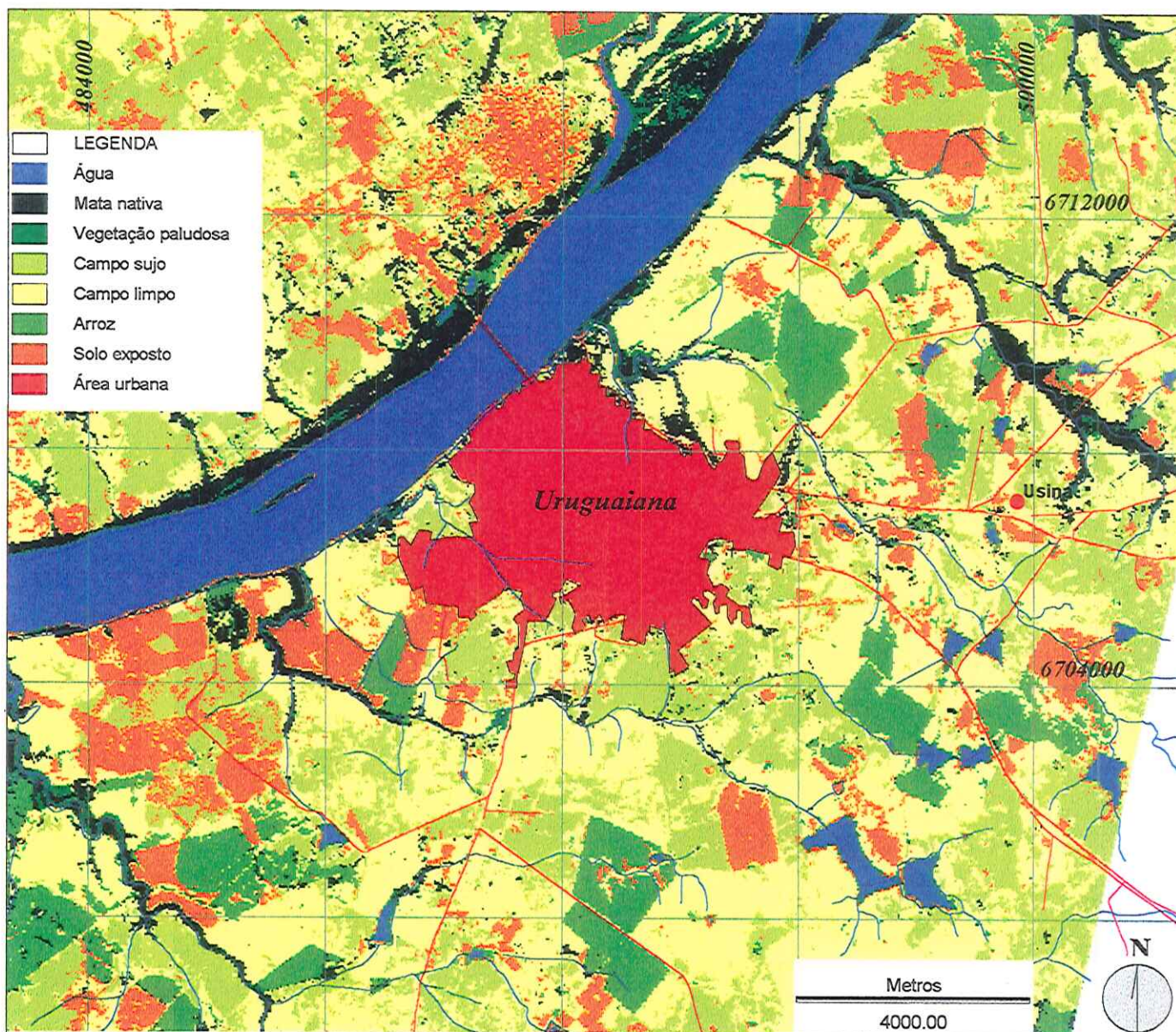


Figura 6. -Mapa de cobertura do solo da área de estudo, Município de Uruguaiiana, RS, obtido da classificação da Imagem Landsat - 5 TM de 17/12/96.



no sistema IDRISI, com a finalidade de dar acabamento à imagem classificada e de quantificar a área ocupada pelas classes de cobertura da terra.

d) Considerações sobre a classificação

Em função das características ambientais da região em foco, devem ser observados alguns aspectos da presente classificação visando a sua correta interpretação.

A classificação está baseada em apenas uma data (17/12/1996), correspondente a um período normalmente seco de um ano que teve baixa precipitação pluviométrica. Sabe-se que a disponibilidade hídrica altera as características espectrais da vegetação, fazendo com que ocorram respostas similares entre classes de cobertura diferentes ou respostas diferentes dentro de uma mesma classe de cobertura, devido a aumento ou diminuição da umidade no ambiente.

Por esse motivo, em alguns locais os reflorestamentos e os corpos d'água foram incorporados à classe de lavouras de arroz. Além disso, em vários cursos d'água a superfície estava coberta por vegetação paludosa, de forma que a classificação da água tornou-se impossível através da imagem. Em ambos os casos, melhores resultados poderiam ser alcançados com a utilização de outra imagem, obtida em um ano diferente, se possível mais recente, e de preferência em outra época do ano. Isto permitiria utilizar as variações sazonais da paisagem como auxílio para uma melhor separação das classes de cobertura.

V.4.2-Ecossistemas Terrestres

V.4.2.1-Vegetação

Metodologia

A caracterização da vegetação das áreas de influência indireta e direta da UTE Uruguaiana foi realizada a partir de duas abordagens distintas. Enquanto que, com relação à primeira, realizou-se um estudo de caráter extensivo, buscando a caracterização das principais formações vegetais encontradas na região, através de inventário por caminharmento nas diferentes fisionomias, atividade na qual é registrada a ocorrência das espécies preponderantes em cada um dos compartimentos analisados, observando-se ao mesmo tempo o grau de alteração desses ambientes e os padrões de regeneração de áreas sujeitas a modificações de origem antrópica.



Além disso, também foram consideradas informações disponíveis na literatura científica especializada, visando a definição de um perfil histórico dos ambientes abordados pelo estudo.

Como parte das exigências do Termo de Referência do presente estudo, foi também contemplado o estudo dos líquens, que podem ser utilizados como indicadores da qualidade do ar.

Com relação à área de influência direta foi feito um estudo de caráter mais aprofundado, através de rigoroso inventário e mediante a realização de uma amostragem de caráter quali-quantitativo, através do emprego do método dos quadrados, que consistiu na avaliação da cobertura herbácea em dez quadrados de 1 m² dispostos a cada dez metros ao longo de um transecto orientado de norte a sul ($\pm 10^\circ$), nos quais foram estimadas a abundância e a cobertura da vegetação herbácea. Em cada quadrado, a abundância e cobertura das espécies presentes foi analisada mediante o uso da escala de Braun-Blanquet (Braun-Blanquet, 1979).

As espécies presentes na amostragem que não foram identificadas a campo foram coletadas e herborizadas segundo as técnicas consagradas para posterior identificação em gabinete, seja mediante o uso de literatura especializada, por comparação com o material depositado no herbário ICN da UFRGS ou por consultas com especialistas em distintos grupos taxonômicos. Para o estabelecimento do Índice de Valor de Importância (IVI) das espécies amostradas foram analisados os parâmetros Frequência Absoluta (FA), Frequência Relativa (FR), Cobertura Absoluta (CA) e Cobertura Relativa (CR).

A coleta de líquens foi feita através da retirada de amostras de exemplares fruticulosos ou foliosos que encontram-se levemente fixados sobre árvores ou troncos mortos. O material foi retirado com o auxílio de uma espátula, após ser umedecidos. No caso de líquens crustáceos, firmemente aderidos ao substrato, a sua coleta envolve a retirada de parte do ritidoma da árvore ou um pedaço da rocha.

As amostras, após a coleta, foram desidratadas em estufa (40° C) para não sofrerem a ação de fungos. A determinação das espécies foi feita com o auxílio de microscópio ótico e estereoscópio, a partir de cortes à mão-livre e observadas estruturas como apotécios, talo e esporos. Também empregaram-se reagentes químicos para a definição das substâncias componentes do material coletado.

Foram definidos quatro locais onde se efetuou a coleta de líquens, de acordo com a sua proximidade ao local do futuro empreendimento. Assim tem-se:

Área 1 - área de influência direta;

Área 2 - vegetação arbustivo/arbórea no limite da área de influência direta;



Área 3 - proximidades do açude localizado a leste da área de influência direta, distando cerca de 2 km dessa,

Área 4 - margem do arroio Imbaá, a cerca de 4 km da área de influência direta;

Resultados

a) *Área de influência indireta*

O município de Uruguaiana está situado na Região Fisiográfica da Campanha Sul-riograndense, que ocupa o extremo sudoeste do Estado.

Nessa região, verifica-se o predomínio de uma vegetação do tipo campestre, onde as gramíneas destacam-se tanto em termos do número de espécies como no que se refere à área de solo por elas coberta. Essas características fazem da região um lugar ideal para a atividade pecuária, associada ou não à agricultura, utilizando as extensas áreas de pastagens naturais para a criação de gado bovino e ovino.

O solo em muitos locais é raso, e com a presença de afloramentos rochosos, o que implica em uma baixa capacidade de retenção de água, que por sua vez influencia de maneira definitiva o tipo de comunidade vegetal capaz de medrar sob essas condições.

A adaptação aos rigores do clima faz com que muitas espécies apresentem dispositivos para uma maior eficiência no consumo de água, principalmente através do desenvolvimento de uma densa pilosidade, cuja função é a de diminuir o aquecimento das folhas pela insolação e retardar a transpiração pelo calor. Essa característica imprime à paisagem um tom acinzentado que é típico da campanha. Além disso, há um grande contingente de espécies de folhas coriáceas e de plantas com outras adaptações no sentido de reduzir a superfície transpiradora, assim como espécies que apresentam o desenvolvimento de órgãos subterrâneos capazes de garantir o armazenamento de água e de substâncias nutritivas (RAMBO, 1956).

A estrutura e a composição florística nas áreas de vegetação campestre varia em função de outros fatores como a topografia, a pressão de pastejo e a ocorrência periódica de queimadas, principalmente no inverno. As fitofisionomias vão desde campos limpos, dominados por espécies rizomatosas, até vassourais e chircaís, com vegetação arbustiva com mais de 1,5 m de altura.

O "Levantamento de Recursos Naturais" (IBGE, 1986) define essa vegetação como pertencente à Região Fitoecológica da Estepe, que se caracteriza por estar submetida a um clima de dupla estacionalidade (um período frio e outro quente e com déficit hídrico).



Essa dupla redução da atividade vegetativa faz com que, no inverno, devido ao frio intenso e no verão em função de períodos de deficiência hídrica, a vegetação esteja adaptada a resistir aos períodos de stress, seja pelo surgimento de mecanismos de resistência (geófitos, suculentos e terófitos, *e.g.*) ou por apresentar um ciclo vegetativo mais curto, com o recrutamento de indivíduos do banco de sementes, cuja germinação é condicionada pelo regime hídrico.

A vegetação campestre é essencialmente caracterizada por gramíneas cespitosas, gramíneas rizomatosas, além de leguminosas, compostas, umbelíferas, rubiáceas e outras. No Planalto da Campanha, a Estepe ocupa solos litólicos, eutróficos, formados a partir de derrames basálticos do Juracretáceo. Na Planície aluvial do rio Uruguai, os solos são eutróficos, pouco profundos e de coloração escura, oriundos de sedimentos quaternários e de rochas sedimentares atribuídas aos períodos Triássico e Permiano.

A fisionomia geral da região da Campanha corresponde a um “clímax de fogo”, já que desde os primórdios da introdução de gado bovino no território gaúcho a prática das queimadas vem produzindo constantes alterações nas condições gerais dos campos, com uma diminuição da frequência de gramíneas cespitosas em detrimento das rizomatosas.

A vegetação arbórea nessa região restringia-se originalmente às florestas de galeria de sangas e arroios, cuja composição florística é determinada em função do grau de acumulação de água nesses locais. Naqueles pontos onde se verifica a ocorrência periódica de inundações, há um predomínio de espécies eminentemente higrófilas, como *Erythrina crista-galli* (corticeira), *Salix humboldtiana* (salgueiro), *Phyllanthus sellowianus* e *Cephalanthus glabratus* (sarandis) e *Sebastiania commersoniana* (branquilha), ao passo que, nos pontos menos suscetíveis à inundação, dominam as espécies de caráter mais xeromórfico, como *Acacia caven* (espinilho), *Parkinsonia aculeata* (cina-cina) e *Schinus* spp. (aroeiras).

As margens do rio Uruguai apresentavam, originalmente, uma floresta higrófila com uma altura média que não superava os quinze metros, composta por canelas, ingás e mata-olhos, acompanhada em geral por um denso estrato arbustivo composto por piperáceas, urticáceas, solanáceas e leguminosas, além de um estrato epifítico bastante rico, assim como trepadeiras e lianas.

Os pontos onde as barrancas apresentam-se mais baixas, e portanto mais sujeitas à ação do rio, ocorria uma vegetação de caráter paludoso, composta predominantemente por gramíneas higrófilas e ciperáceas, além de marantáceas, e tifáceas.

As matas do arroio Imbaá, por serem o mais importante núcleo de vegetação arbórea da área de influência indireta, tiveram alguns trechos percorridos para uma melhor compreensão de suas características. Apesar de relativamente estreitas em alguns pontos, essa mata apresenta uma continuidade que a torna um importante corredor de ligação entre as áreas de campo das nascentes do arroio com o rio Uruguai.

O aspecto dessa mata, nas áreas mais conservadas, é de uma vegetação relativamente baixa, que em geral não supera os dez metros de altura. Há a presença de alguns indivíduos emergentes, principalmente *Siagrus romanzoffiana* (gerivá). São encontradas espécies como *Lithraea brasiliensis* (aroeira-preta), *Gochnatia polymorpha* (cambará), *Sapium glandulatum* (leiteiro), *Sebastiania commersoniana* (branquilho), *Pouteria salicifolia* (sarandi-mata-olho), *Parapiptadenia rigida* (angico), *Nectandra megapotamica* (canela), *Eugenia pyriformis* (uvaia), *E. uniflora* (pitangueira), *Myrrhinium loranthoides* (murtilho), *Prunus sellowii* (pessegueiro-do-mato), *Scutia buxifolia* (coronilha), *Allophylus edulis* (chal-chal) e *Cupania vernalis* (camboatá-vermelho), entre outras.

O estrato herbáceo é pobre, tanto em função das enchentes periódicas, que impedem o estabelecimento de uma comunidade estruturada, como em decorrência da presença do gado, cuja ação restringe sobremaneira a regeneração natural dessa vegetação.

A ocorrência de epífitos é restrita, assim como a presença de lianas e trepadeiras, que se restringe a espécies como *Smilax* cf. *brasiliensis* (japecanga), *Dioscorea multiflora*, *Dolichandra cynanchoides* (pata-de-galo), *Solanum jasminoides* (joá-cipó), *Anchietea parvifolia* (cipó-suma) e *Mutisia* sp. (cravo-divino).

b) Área de influência direta

O local onde se pretende instalar a UTE Uruguaiana, no distrito industrial dessa cidade, a nordeste do núcleo urbano, apresenta uma cobertura vegetal predominantemente herbácea.

A vegetação é baixa, tanto em função do pastejo como também devido à pouca profundidade do solo e à presença de rocha aflorante. Além disso, informações obtidas junto ao proprietário da área dão conta dessa ter sido utilizada para a implantação de lavouras há cerca de cinco anos.

Essa área foi objeto de um levantamento quali-quantitativo que visou uma análise da estrutura das populações que ali ocorrem, de modo a permitir uma avaliação mais acurada das condições gerais do ambiente que será afetado diretamente pela implantação da usina.

As duas espécies que apresentaram os maiores valores de IVI, *Andropogon lateralis* e *Paspalum notatum*, são gramíneas de vasta e expressiva dispersão, heliófitas e capazes de desenvolverem-se sob as mais diversas condições, ocupando desde solos úmidos até solos de rápida drenagem, rasos ou mesmo rochosos.

A espécie com o maior valor de IVI calculado, *Andropogon lateralis*, na região da Campanha gaúcha ocorre preferencialmente em áreas de solos muito úmidos (MACLURE & SMITH, 1967).

Durante a realização da campanha de amostragem do período de primavera, no mês de outubro, as intensas chuvas verificadas na região da fronteira oeste ocasionaram, efetivamente, o alagamento do campo onde se pretende instalar a UTE Uruguiana. Essa característica de acumulação de água apresentada pelo campo em questão é corroborada pela ocorrência de espécies típicas de ambientes úmidos, como é o caso da espécie com o terceiro maior valor de IVI, *Juncus capillaceus*. Além dessa, outras espécies, como *Carex bonariensis*, também apresentam uma maior afinidade por ambientes onde se verifica a periódica acumulação de água.

A expressiva maioria das espécies incluídas no levantamento quali-quantitativo é de ampla distribuição no Estado, e muitas delas apresentam a característica de fazerem parte dos estádios iniciais da sucessão vegetal em áreas utilizadas para lavouras, como por exemplo, *Desmodium incarnum* (pega-pega), *Senecio brasiliensis* (maria-mole), *Sporobolus indicus*, *Plantago* cf. *myosurus*, *Soliva pterosperma* (roseta) e *Trifolium cherleri* (trevo).

Na sua porção sudoeste verifica-se a ocorrência de uma vegetação de caráter arbustivo, com a presença de espécies como *Aloysia gratissima* (garupá), *Baccharis dracunculifolia* (vassoura) e *Senecio brasiliensis* (maria-mole), cujo desenvolvimento provavelmente deve-se a uma menor lotação de gado, uma vez que há pouca variação na topografia e nas condições gerais do solo. Junto à essa formação também estão presentes alguns poucos indivíduos de porte arbustivo/arbóreo de espécies cultivados nas proximidade de uma residência, como *Tabebuia heptaphylla* (ipê-roxo) e *Melia azedarach* (cinamomo).

No extremo leste da área, junto à estrada de ferro, encontra-se uma linha de drenagem bastante modificada em sua conformação, devido as alterações provocadas pela implantação da linha férrea. Em alguns pontos formaram-se locais de acumulação de água, nos quais predomina uma vegetação de caráter paludoso, com a ocorrência de espécies como *Sagittaria montevidensis*, *Eleocharis* sp., *Eryngium pandanifolium* (gravatá-do-banhado), *Cyperus* spp. (tiriricas), *Polygonum* sp. (erva-de-bicho) e *Nymphoides indica* (soldanela-d'água).



Nessa mesma porção ocorrem alguns agrupamentos de vegetação de porte arbustivo arbóreo, com o predomínio de *Acacia caven* (espinilho), *Parkinsonia aculeata* (cina-cina), *Schinus polygamus* (assobiadeira), *Xanthium cavanillesii* (carrapicho) e *Mimosa* sp.

A vegetação no entorno imediato da área é, em linhas gerais, assemelhada a ela, com o predomínio de campos com a mesma fisionomia. No limite oeste estão presentes as instalações da CAUL, junto a qual encontra-se um grupo de *Acacia caven* (espinilho).

No limite norte junto à rodovia BR-472, também encontra-se uma vegetação de porte arbustivo/arbóreo, compostas por espécies como *Schinus polygamus* (assobiadeira), *Aloysia gratissima* (garupá), *Acacia caven* (espinilho) e *Parkinsonia aculeata* (cina-cina).

O limite sul da área é conformado pela estrada de ferro. na direção do limite sudeste da gleba encontra-se um açude de grandes dimensões, originado de um barramento de um afluente da margem esquerda do arroio Imbaá e utilizado para o fornecimento de água para lavouras. Esse ambiente, embora de origem antrópica, apresenta características importantes para a vida silvestre, com a presença de bancos de vegetação aquática onde se encontram espécies como *Cyperus* spp., *Panicum prionitis* (capim-santa-fê), *Sagittaria montevidensis*, *Alternanthera phyloxeroides* (carrapicho-do-brejo), *Pistia stratiotes* (repolho-d'água), *Azolla filiculoides* (murerê-rendado), *Oenothera* sp. (cruz-de-malta), *Nymphoides indica* (soldanela-d'água) e *Echinodorus grandiflorus* (chapéu-de-couro).

Esse local, na sua porção oeste, é circundado por uma vegetação arbustivo/arbórea de caráter semelhante a que acompanha a drenagem na parte leste da área de influência direta, além de *Erythrina crista-galli* (corticeira-do-banhado), que apresenta uma maior afinidade por ambientes permanentemente úmidos. No lado leste, o açude é acompanhado por um reflorestamento de eucaliptos.

c) Líquens

Plantas epífitas em geral são utilizadas como bioindicadores da qualidade do ar devido ao seu método de absorção de nutrientes. O ar atmosférico é sua fonte e suas propriedades se refletem no epífito, seja no que se refere à quantidade de umidade oferecida, ou aos elementos químicos que o compõe.

Os líquens, que são associações entre algas e fungos, absorvem diretamente do ar atmosférico todos os seus nutrientes e a água necessária a sua sobrevivência e, são portanto, são extremamente sensíveis a quaisquer alterações na qualidade do ar.



A estrutura do talo de um líquen torna-o mais sensível à poluição atmosférica do que os vegetais superiores, mesmo quando esta se apresenta em níveis baixos. O SO₂ (dióxido de enxofre), que constitui parte significativa dos gases emitidos, penetra no talo causando danos a diversos processos metabólicos dos líquens. Dessa forma, certas associações liquênicas particularmente toxitolerantes permitem detectar alterações nas condições atmosféricas de determinada área.

As espécies menos toxitolerantes pertencem aos grupos de líquens foliosos e fruticulosos, que, sendo os mais sensíveis, logo apresentam evidências do nível de poluição do ar. Entre estes encontram-se *Ramalina* spp., *Anaptychia* sp. e *Teloschistes* spp.. Os mais toxitolerantes encontram-se entre os líquens crustáceos, como por exemplo *Dimerella* sp., *Pertusaria* sp., e mesmo algumas Parmeliaceae, que muitas vezes apresentam parte do talo necrosado e parte viva.

Na área de influência direta do empreendimento (área 1), a maioria das amostras coletadas foram de líquens crustáceos, que são organismos mais resistentes, o que indica que essa área provavelmente sofre interferência da poluição atmosférica oriunda da BR-472 e também do funcionamento do britador e do secador da CAUL. Não foram encontrados líquens foliosos ou fruticulosos, que são os mais sensíveis à poluição.

Na área 2, situada nas proximidades da área de influência direta do empreendimento, também verifica-se a ação dos mesmos agentes restringindo a ocorrência dos líquens. Nessa área, porém, verifica-se a ocorrência de forófitos de porte arbustivo/arbóreo, que oferecem melhores condições para a formação de um microclima adequado ao desenvolvimento de líquens em geral.

Na área 3, que está a cerca de 2 km da área de influência direta do empreendimento, existe um açude, que fornece maior umidade aos líquens ali encontrados do que as áreas 1 e 2. Nesse local foi encontrado um líquen de aparência negra (*Leptogium phyllocarpum*) que é bastante sensível à alteração da qualidade do ar. O acompanhamento da presença dessa espécie após o início da operação da usina poderá servir como indício dos efeitos das emissões sobre esse tipo de organismo.

A área 4, junto ao Arroio Imbaá oferece as melhores condições para o desenvolvimento dos líquens, uma vez que o microclima é favorável e não se encontra tão próxima dos agentes que afetam esses organismos nos demais locais (rodovia, britadeira e secador de arroz da CAUL).



V.4.2.2-Fauna silvestre

Metodologia

Os levantamentos de campo dos diversos grupos de vertebrados ocorrentes na área de influência da UTE Uruguaiana foram realizados em duas campanhas: a primeira, no inverno, entre 10 e 16 de julho, e a segunda, na primavera, de 9 a 14 de outubro de 1997. A realização de levantamentos tanto no inverno como na primavera oportunizou a detecção de espécies de hábitos migratórios, sobretudo de aves, que estão presentes na área apenas durante um período restrito do ano.

Anfíbios

Os levantamentos da fauna de anfíbios foram desenvolvidos na área do Distrito Industrial, principalmente junto aos alagados que se formavam no campo após a ocorrência de chuvas, e também em diversos corpos d'água que ocorrem na área definida como sendo de influência indireta, localizada entre as bacias dos arroios do Salso II e Imbaá. Foram amostradas áreas alagadas, açudes, poças temporárias, arroios e córregos e suas matas ciliares.

Ao longo de 10 dias, foram realizadas incursões diurnas e noturnas, que resultaram em um esforço total de 67 horas de trabalho de campo. O tempo dispendido com as observações noturnas foi significativamente maior (43 horas), pois é à noite que esses animais apresentam maior atividade.

Durante o dia, foi utilizado o método do censo de visualização (VES - *visual encounter survey*), que consiste na realização de deslocamentos aleatórios nos pontos de amostragem, registrando-se todos os espécimes avistados. À noite, com o auxílio de lanterna, foi utilizado novamente o método do censo de visualização, conjugado com um censo de audição (AST - *audio strip transects*).

De acordo com este segundo método, definido por HEYER *et al.* (1994), foram realizados transectos lineares de 1000 m de extensão, em que se definiam 20 pontos de amostragem a cada intervalo de 50 m. Em cada um dos pontos amostrais, o observador fazia o registro das vocalizações emitidas durante um minuto. Esses registros, realizados com auxílio de um gravador adequado, serviam para a identificação das espécies em atividade naquele momento.

O censo de audição foi utilizado uma vez durante o dia especificamente para estimar a densidade da população de *Melanophryniscus atroluteus*, que é uma espécie que vocaliza mais intensamente no período diurno.



Em adição a esses métodos, foram realizadas coletas de girinos nos arroios e poças d'água e de indivíduos adultos encontrados junto as estradas próximas, sobretudo a BR-472. As informações assim obtidas, apesar de não possuírem valor quantitativo e não influenciarem as estimativas de abundância, servem para complementar a lista de espécies presentes na região. Essas informações complementares são de grande importância, principalmente considerando que os censos de vocalizações identificam somente aquelas espécies que estão apresentando comportamento reprodutivo e têm seus machos vocalizando.

Os espécimes coletados foram mantidos presos até o final dos censos, evitando-se que fossem registrados mais de uma vez numa mesma amostragem. Ao final do período de coleta, foram identificados e soltos no ponto de captura. Quando necessário, foram feitas fotografias dos animais encontrados para auxiliar na identificação.

Répteis

Muitas técnicas são utilizadas para a confecção de listas de espécies de répteis ou informações da riqueza de um sítio. A maior parte delas envolvem métodos de coletas ao acaso, em que os possíveis (e apropriados) microhábitats são examinados em diferentes horários do dia.

Ao longo das duas campanhas de amostragem, foram realizadas diversas incursões à área do empreendimento, quando então se fizeram buscas em sítios normalmente utilizados por répteis, como buracos, fendas e espaços sob pedras.

Nesse estudo, além das informações obtidas pelo método descrito acima, muitos dados foram obtidos em entrevistas com moradores das cercanias, principalmente sobre a presença de espécies de serpentes peçonhentas, pois estas são bastante conhecidas pela maioria das pessoas.

Também foram consideradas as listas de espécies descritas para a região de Uruguiana e nordeste argentino, além dos estudos da biologia de alguns desses animais disponíveis em literatura. A fauna dos países vizinhos, Uruguai e Argentina, e até mesmo do Paraguai, têm uma grande influência na composição e caracterização da herpetofauna local, sobretudo quando se sabe que as cheias do Rio Uruguai são um importante elemento de dispersão (ACHAVAL *et al.*, 1979; GUDYNAS, 1984; LEMA, 1994)



Aves

A área coberta durante o levantamento de campo da avifauna da área de influência da UTE Uruguaiana abrangeu a totalidade da área do lote do Distrito Industrial (área de influência direta) e suas imediações. Também foram realizadas observações complementares nas matas de galeria ao longo do arroio Imbaá e em alguns ambientes ao longo da rodovia BR-472. Os levantamentos adicionais realizados nesses pontos ajudaram a formar um retrato bastante fiel da avifauna local.

O esforço de amostragem, isto é, o número de horas de trabalho de campo realizado na campanha de inverno foi de 20:37 h, sendo 2:05 h de observações noturnas. Na campanha de primavera, foram realizadas 30 horas e meia de observações, sendo uma hora e dez minutos de observações noturnas. Destas, 25 horas foram despendidas na área de influência direta e arredores, e 5 horas e 40 minutos nas imediações do arroio Imbaá. Não foram efetuadas observações nesta última área durante o período de inverno.

Durante o período de permanência em campo, foram registradas tanto as espécies efetivamente avistadas quanto aquelas detectadas e identificadas apenas pelas vocalizações.

Devido à reduzida superfície territorial da área de influência direta, as espécies registradas foram classificadas, de acordo com o grau de utilização da mesma, em: *regulares* - espécies que apresentaram evidência de territorialidade ou que tiveram pelo menos parte de suas áreas de atividade normais localizadas dentro da área de influência direta; *sobrevoantes* - espécies que foram observadas apenas atravessando em vôo essa área; e *sobrevoantes em potencial* - espécies registradas somente no entorno.

Em adição às observações qualitativas, realizou-se também um levantamento quantitativo da avifauna na área de influência direta. Para tanto, foi utilizado o método de mapeamento de territórios (BIBBY *et al.* 1992, RALPH *et al.* 1993). O método consiste em registrar sobre um mapa detalhado da área os comportamentos ou contextos comportamentais que indiquem territorialidade, tais como machos vocalizando, duelos vocais entre machos vizinhos e presença de ninhos ativos. O acúmulo destes registros ao longo do período de observações permite determinar os limites dos territórios de cada indivíduo, casal ou grupo familiar, fornecendo assim uma estimativa da população mínima das diferentes espécies.

Convém esclarecer que esse método só é aplicável durante o período de acasalamento e procriação (primavera e início do verão), quando as aves exibem um comportamento territorial mais acentuado.



Para realização da amostragem quantitativa, foram consideradas apenas as espécies regulares, excluindo-se porém aquelas que apresentaram áreas de atividade com dimensão superior àquela da área de influência direta, espécies não territoriais, espécies noturnas e espécies migratórias que estiveram presentes somente no inverno.

Os territórios foram mapeados utilizando-se pontos de referência, tais como árvores e arbustos isolados, previamente localizados no mapa base da área de estudo através de triangulação com auxílio de bússola e GPS. Devido ao curto período de amostragem, os dados obtidos permitiram apenas uma idéia aproximada da extensão e dos limites dos territórios para a maioria dos indivíduos. Pelo mesmo motivo, é possível que o número de territórios detectados tenha sido ligeiramente subestimado.

Mamíferos

Os levantamentos de campo da fauna de mamíferos da área de influência da UTE de Uruguaiana foram realizados em duas campanhas, já definidas, em que foram utilizados os diferentes métodos de amostragem descritos a seguir.

Em quatro pontos da área de influência direta do empreendimento foram preparadas linhas de armadilhas do tipo “Shermann”, resultando em um esforço de amostragem de 150 armadilhas/noite. As armadilhas foram assim distribuídas: a primeira linha foi colocada junto a formação arbustiva que margeia a rodovia BR-472, a segunda no limite do lote que se defronta com a área do engenho de arroz da Cooperativa Agrícola de Uruguaiana (CAUL), a terceira junto à vegetação arbustivo/arbórea situado na face sul do lote e a quarta e última na parte central do terreno, em meio ao campo.

Através desse método de captura, pretendeu-se amostrar a população de pequenos mamíferos da área, sobretudo ratos silvestres.

Complementando esse método, foram realizados transectos diurnos e noturnos que cobriram toda a área situada entre os arroios Imbaá e Salso II, em deslocamentos a pé ou em automóvel. Além da observação direta, pretendeu-se nesses deslocamentos registrar indícios que confirmassem a presença de espécies de mamíferos no local, tais como pegadas, rastros, fezes, restos de alimentação, tocas, carcaças, etc.

Informações complementares foram obtidas em entrevistas com moradores e trabalhadores das cercanias, sobretudo quanto à ocorrência de animais de caça e à densidade das espécies mais importantes.



Os dados secundários sobre a fauna de mamíferos da região em apreço foram obtidos a partir de informações publicadas em literatura especializada, principalmente nos trabalhos de CABRERA (1961), EMMONS (1990), NOWAK (1991), WILSON & REEDER (1993) e FONSECA et al. (1996), além de outros disponíveis em relatórios não publicados, dissertações e teses.

Resultados

Anfíbios

As duas campanhas de amostragem desenvolvidas forneceram dados para uma caracterização bastante ampla da anfíbiofauna ocorrente na área do empreendimento. Os resultados indicaram a ocorrência de uma comunidade dominada por espécies típicas de áreas abertas, como campos e áreas alagadas.

Mais de 70% das espécies registradas utilizam-se desses tipos de ambientes, enquanto que não foi encontrada sequer uma espécie associada exclusivamente à mata ou ambientes florestais. Algumas espécies fazem uso conjugado de áreas abertas e também de formações de mata, mas com predominância das primeiras.

Mesmo considerando que a região é tipicamente pobre em áreas florestadas, sabe-se que esses ambientes têm um grande valor ecológico dentro do ecossistema, já que as matas ciliares servem como zonas de refúgio e são importantes corredores de fauna, fundamentais na dispersão de algumas formas.

A presença de exemplares de sapinho-encarnado (*Melanophryniscus atroluteus*) é importante por se tratar de uma espécie pouco comum. Os animais foram encontrados em vários pontos da área de estudo, sempre em grupos de no mínimo cinco indivíduos.

O gênero *Melanophryniscus* é restrito a algumas zonas do Uruguai, nordeste da Argentina e sul do Brasil, sendo que as espécies que o compõe tem distribuição bastante limitada, geralmente não sendo conhecidas além da localidade-tipo. O centro de dispersão do gênero é o pampa uruguaio e acredita-se que ocorra mais uma espécie na área de estudo, já descrita para o lado argentino do rio Uruguai (CEI, 1980).

Além do citado sapinho-encarnado, da rã-de-bigode (*Leptodactylus mystacinus*), do sapo-da-terra (*Bufo fernandezae*) e do sapo-cururu (*B. paracnemis*), as demais espécies encontradas possuem ampla distribuição. A rã-de-bigode e o sapo-cururu foram registrados somente na face noroeste do lote



do Distrito Industrial, junto a BR-472, enquanto que o sapo-da-terra ocorreu junto às anteriores e também na face norte, nas margens de um açude.

Quanto a composição, pode-se afirmar que a comunidade de anfíbios amostrada é bastante diversificada, sendo que as 17 espécies pertencentes a 4 famílias representam cerca de 25% da fauna de anfíbios descrita para o Estado. A riqueza de espécies está diretamente associada às condições ambientais propícias ao desenvolvimento de anuros, principalmente temperatura e umidade.

A predominância dos leptodactílideos e bufonídeos era esperada em função das características do ambiente, dominado por campos pedregosos e alagados com pouca vegetação marginal. Como os hilídeos normalmente se utilizam desse tipo de vegetação, permanecendo normalmente agarrados aos galhos e hastes, sua presença reduzida também pode ser considerada normal.

Apesar de bastante alterada, a área de estudo ainda conserva os ambientes essenciais à manutenção de uma comunidade de anfíbios. A pressão de pastoreio por vezes é benéfica à instalação de anfíbios, pois o pisoteio do gado normalmente forma depressões que se transformam em poças que podem ser exploradas por esses animais.

Seria esperado, de acordo com as informações disponíveis em literatura, que fossem encontradas pelo menos mais três espécies de anfíbios na área de estudo: *Bufo arenarum* (sapo-da-areia), *Scinax fuscovaria* e mais uma espécie de *Melanophryniscus*. A ausência desses registros pode ser imputada a não coincidência entre os períodos de amostragem e o de atividade reprodutiva destas espécies.

Répteis

A coleta de exemplares de répteis ficou prejudicada em função das condições climáticas ocorridas durante a fase de amostragem em campo. É sabido que o inverno é bastante adverso à coleta desses animais, dada a característica geral do grupo de assumir comportamentos letárgicos sob baixas temperaturas. Portanto, pretendia-se concentrar esforços de coleta durante a campanha de primavera.

Infelizmente, a situação climática verificada no sul do Brasil em decorrência do fenômeno *El Niño* e que resultou em uma situação anormal de chuvas na região de Uruguaiana, transformou os campos da área de estudo em locais inóspitos para muitos desses animais, principalmente em função do alagamento verificado durante o período.

Como resultado, foram coletados apenas 29 indivíduos de 17 espécies, na maioria habitantes preferenciais de áreas abertas (9 espécies, 56.3%). Além da jararaca-pintada (*Bothrops neuwiedi*), que é

uma serpente bastante comum e teve 5 indivíduos coletados, destacaram-se pelo número de registros outra espécie de ofídio, a cobra-d'água (*Helicops infrateniatus*) e o tigre-d'água (*Trachemys dorbigni*), uma tartaruga, ambas habitantes de ambientes aquáticos.

A diminuição da abundância de presas, sobretudo roedores de pequeno porte e filhotes de aves, pode ser considerada como um fator importante para o desaparecimento das serpentes da área de estudo. Soma-se a isso a tradicional aversão das pessoas a esses animais, matando-os sempre que possível, pode-se entender os motivos que levam a diminuição da comunidade de ofídios.

A predominância da jararaca-pintada na amostragem reforça a idéia de desequilíbrio, pois trata-se de uma espécie generalista na escolha de presas, que se adaptou a predação de ratos urbanos (*Rattus* sp.). Esses roedores via de regra ocorrem associados à formações urbanas, sendo favorecidos pela grande oferta de cereais que ocorre nas proximidades da Cooperativa Agrícola.

Aves

Um total de 122 espécies de aves foi registrado na área de influência do empreendimento. Noventa e quatro destas espécies foram constatadas na área de influência direta e 77 nas imediações do arroio Imbaá.

Dentre as espécies registradas na área de influência direta, 69 (73%) foram *regulares*. Essas espécies freqüentam aqueles ambientes para o desenvolvimento de suas atividades de manutenção (busca de alimento, descanso, etc.) e reprodução.

As *sobrevoantes* registradas na área de influência direta, por sua vez, somaram 17 espécies (18% do total). Em sua maioria ocupam ambientes não ocorrentes nessa área (açudes e banhados) e apenas a atravessam durante seus deslocamentos entre os banhados e açudes, como o biguá e o martim-pescador-grande, ou entre seus dormitórios e as áreas de alimentação, como por exemplo, a gaivota-de-cabeça-cinza.

Um pequeno número de espécies *sobrevoantes*, entretanto, ocupa ocasionalmente os alagadiços que se formam no campo da área de influência direta durante períodos de elevada precipitação. Esse é o caso da marreca-piadeira, da marreca-pé-vermelho e do maçarico-perna-amarela. Outras 8 espécies foram observadas somente no entorno, caracterizadas então como *sobrevoantes em potencial*. Essas espécies são, principalmente, aves que ocupam ambientes aquáticos nas imediações.

BELTON (1994) indica a ocorrência potencial de 192 espécies de aves na região de Uruguaiiana (foram consideradas apenas espécies cuja ocorrência é assinalada por aquele autor para áreas dentro de um raio de 30 km a partir da sede do município). No presente estudo, foi registrado um número de espécies correspondente a 60% do total esperado para a área de influência do empreendimento. Esse pode ser considerado como um percentual elevado, sobretudo considerando a reduzida superfície territorial da área inventariada e o período de amostragem limitado a duas semanas.

Assim, apesar de localizada em zona semi-urbanizada e sujeita à significativa pressão de origem antrópica, a área de influência do empreendimento abriga uma elevada proporção da avifauna original, apesar da extinção, em nível local, de algumas espécies importantes, como a ema e aves de rapina de grande porte.

Durante o levantamento, foi constatada ainda a presença de 6 espécies assinaladas na tabela cuja ocorrência não era esperada para a região.

Uma significativa parcela da avifauna presente na área de influência direta apresenta hábitos migratórios. Pelo menos uma espécie, a calhandra-de-três-rabos, está presente apenas na estação fria, sendo um visitante de inverno incomum proveniente de áreas mais meridionais do continente sul-americano. Outras 18 espécies reproduzem-se na região, mas estão ausentes durante o inverno (residentes de verão).

Algumas aves encontram-se com suas populações notoriamente aumentadas na área de influência direta devido à oferta constante e abundante de alimento na forma de grãos de arroz perdidos durante o transporte ou armazenamento do produto, especialmente ao longo da BR-472 e junto aos silos da Cooperativa Agrícola de Uruguaiiana (CAUL). Alguns exemplos são a pomba-doméstica, a rolinha-picuí, o vira-bosta, o garibaldi e o pardal.

Embora não apresente uma avifauna particularmente diversificada em comparação com outras regiões do estado, a região fisiográfica da Campanha, especialmente o extremo oeste do Rio Grande do Sul, é uma área de especial interesse ornitológico, pois recebe forte influência de regiões biogeográficas localizadas no nordeste da Argentina e no Uruguai, principalmente do Chaco e do Pampa (NAROSKY & YZURIETA 1993). Em consequência, concentra espécies cuja distribuição no Rio Grande do Sul e, em alguns casos, no Brasil, está restrita ao extremo oeste do estado (BELTON 1994). Entre essas espécies estão o arapaçu-platino (*Drymornis bridgesii*), o rabudinho (*Leptasthenura platensis*), o coperete (*Pseudoseisura lophotes*), o corredor-crestudo (*Coryphistera alaudina*), o lenheiro (*Asthenes baeri*) e o

capacetinho (*Poospiza melanoleuca*) (SICK 1985), sendo que essas duas últimas foram registradas na área de estudo.

Além dessas, existem espécies que, no Estado, ocorrem unicamente no região oeste, como a garrincha-do-buriti (*Phacellodomus ruber*), o ui-pi (*Synallaxis albescens*), a guaracava-modesta (*Sublegatus modestus*), o suiriri-cinzento (*Suiriri suiriri*) e o barulhento (*Euscarthmus meloryphus*) (BELTON 1994). A garrincha-do-buriti e o barulhento foram observadas na área do empreendimento.

Na amostragem quantitativa da avifauna da área de influência direta foram mapeados 61 territórios de 27 espécies de aves, sendo que 51 destes estavam parcial ou totalmente incluídos na área delimitada para o empreendimento. Através da análise destes dados foi possível obter uma estimativa da população mínima destas espécies na área estudada.

A sobreposição dos territórios mapeados permitiu a identificação das áreas com maior concentração de territórios, ou seja, as áreas de maior importância para a avifauna na área de influência direta. Duas áreas destacaram-se pelo número de territórios que incluem. Espécies que habitam predominantemente áreas de campo sujo com arbustos esparsos, como o cochicho e a bichoita, tiveram seus territórios concentrados próximo ao centro da área de influência direta. Também aves que nidificam principalmente sobre árvores, como o pica-pau-do-campo, concentraram-se nessa área. Já as espécies que ocupam principalmente formações arbustivas densas, como o barulhento e o capacetinho, tiveram seus registros concentrados na parte sul da área de influência direta.

Uma área de especial interesse é o prolongamento que se estende para leste a partir da parte sul da área delimitada para a construção do empreendimento, não só pelo número de territórios que concentra, mas também pelo fato de constituir o único corredor natural de habitat entre as matas de galeria do arroio Imbaá e a área de influência direta. A existência dessa área proporciona uma via de dispersão para aves que habitam formações arbustivas densas, garantindo o fluxo de indivíduos entre as populações da área de influência direta e as populações maiores ao longo do arroio Imbaá, onde a disponibilidade de habitat é maior.

Mamíferos

A mastofauna da região na qual foi realizado este estudo possui elementos de diferentes regiões fitogeográficas, quais sejam, o Pampa gaúcho, a Mata Atlântica e até mesmo o Pantanal.

O graxaim-do-campo (*Pseudalopex gymnocercus*), registrado na área de estudo, é um animal típico dos campos do Rio Grande do Sul, presente em toda a metade sul do Estado e nos Campos de Cima da Serra. Foram observadas muitas carcaças desses animais ao longo das rodovias que chegam a Uruguiana, e diversos entrevistados referiram-se a presença constante desses animais nas cercanias, indicando que, apesar de profundamente prejudicadas pelas perturbações antropogênicas, as populações desta espécie ainda se mantêm abundantes.

A influência da fauna da mata atlântica pode ser observada pela presença do furão (*Galictis vittata*), do ouriço-cacheiro (*Sphiggurus spinosus*), da preá (*Cavia aparea*) e do gato-do-mato-grande (*Oncifelis geoffroy*), animais típicos desse ecossistema (EMMONS, 1997; FONSECA et al., 1996) e que também foram registrados na região estudada.

Segundo alguns autores (CRESPO, 1954; NEVILLE et al., 1988), o bugio-preto (*Alouatta caraya*) ocorre desde a Bolívia até o nordeste argentino, sendo a única espécie do gênero habitante do Pantanal mato-grossense. Esses animais ainda podem ser encontrados em algumas áreas dos municípios da região da Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul, habitando capões de mata que ainda resistem ao avanço da agropecuária (BICCA-MARQUES, 1991). A presença dessa espécie foi citada por dois moradores das cercanias da área de estudo, sendo relatado que a menos de dez anos ocorriam em grande número nas formações ciliares do rio Uruguai e de seus afluentes.

Outra espécie típica do Pantanal e que foi registrada na região é o cervo-do-pantanal (*Blastocerus dichotomus*). Esse animal ocorre em áreas alagadas da porção central da América do Sul, incluindo o centro-oeste brasileiro, Bolívia, Paraguai, sudeste do Peru, norte-nordeste da Argentina, sul do Brasil e possivelmente Uruguai (FONSECA et al., 1994, MOURÃO et al., 1994).

Existem informações sobre a presença do cervo-do-pantanal em áreas de várzea dos municípios de Rosário do Sul, Uruguiana e Alegrete (SILVA, 1984). Sua presença na área de estudo é muito improvável, em função da degradação ambiental observada, mas as informações de que outrora ocorriam em número razoável servem para confirmar a influência da fauna da região central da América do Sul na composição da mastofauna local.

Entretanto, essa diversidade de espécies certamente está bastante comprometida pela degradação ambiental que atualmente pode ser observada na região denominada Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul. A intensa ocupação dos campos e várzeas pela agropecuária levou à supressão de inúmeros ambientes imprescindíveis à manutenção de muitas espécies de mamíferos.



A eliminação dos habitats é certamente o fator mais importante dentre aqueles que colaboram para a diminuição das populações locais do tamanduá-mirim, do furão e dos gatos em geral, pois o problema da caça não os atinge intensamente, já que essas são espécies pouco visadas por caçadores. A caça pode ter participação na diminuição das populações das espécies de veados e tatus e ainda das capivaras, já que esses animais são tradicionalmente utilizados para alimentação do gaúcho.

No sítio de estudo, especificamente, não era esperado que se registrassem muitas espécies de mamíferos. Entre as várias alterações antropogênicas que podem ser observadas na área e que certamente colaboram para a exclusão de alguns animais pode-se citar a presença de gado, as perturbações promovidas pelo engenho de arroz da Cooperativa Agrícola de Uruguaiana e pela britagem localizada na margem da rodovia e ainda a própria circulação de automóveis na BR 472.

As amostragens realizadas com armadilhas não obtiveram êxito, pois não foi capturado nenhum exemplar de roedor silvestre. A oferta de sementes ao longo da BR-472 e na área da CAUL pode ser relacionada de duas formas com os resultados negativos da amostragem de pequenos mamíferos através da captura com armadilha. Em primeiro lugar, é provável que as alterações ambientais tenham promovido uma substituição das espécies de ratos silvestres por espécies associadas à presença do homem. Além disso, a oferta constante de alimento representada pelos cereais torna a isca utilizada nas armadilhas menos atraente, diminuindo a eficiência do método.

As espécies observadas na área de influência direta do empreendimento, ou seja, no lote do Distrito Industrial e suas cercanias, são consideradas comuns, sendo muitas vezes encontradas em áreas sob intensa influência humana. Foram registrados o gambá-de-orelha-branca, tatu-galinha, tatu-mulita, tatu-peludo, graxaim-do-campo, zorrilho, preá e lebre-européia.

Também se confirmou a presença do morcego-das-casas (*Tadarida brasiliensis*), que é um morcego comumente encontrado no Rio Grande do Sul. Apesar de considerada como de pouco risco, esta espécie consta como ameaçada na listagem de espécies ameaçadas da Fundação Tropical de Pesquisas e Tecnologia "André Tosello" (BASE DE DADOS TROPICAL, 1997).

Nas proximidades do Arroio Imbaá e nos açudes localizados dentro da área de influência indireta do empreendimento foram observados exemplares de roedores, como a capivara e o ratão-do-banhado, de carnívoros como o graxaim-do-mato e o mão-pelada e ainda o molosso-de-temincki, uma espécie de quiróptero.



Nas entrevistas, foram citadas as presenças na região de animais como o tamanduá-mirim, o morcego-pescador, morcego-bombachudo e o morcego-vampiro, o bugio-preto, a lontra, o gato-mourisco, os veados catingueiro e campeiro e ainda os roedores ouriço-cacheiro e cotia. Esta última também presente na listagem do Banco de Dados Tropical, apesar de considerada “sob pouco risco”.

V.4.3-Ecosistemas Aquáticos

V.4.3.1-Introdução

No Estado do Rio Grande do Sul, a rede hidrográfica pode ser subdividida em três grandes bacias: sistema da Laguna dos Patos, bacia do rio Tramandaí e bacia do rio Uruguai. A fauna de peixes dessas subdivisões geográficas dos rios do Estado apresenta diversas espécies típicas de cada uma delas.

A bacia do rio Uruguai tem sido alvo de diversos estudos, porém nenhum de caráter tão abrangente como os realizados na bacia da Laguna dos Patos e no rio Tramandaí (MALABARBA, 1989, MALABARBA & ISAIA, 1992). Os estudos realizados na bacia do rio Uruguai geralmente estão relacionados a avaliações de impacto ambiental de empreendimentos hidrelétricos. A partir desses estudos pontuais, diversos trabalhos de cunho taxonômico foram publicados, principalmente pelos pesquisadores da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Entre os trabalhos com essas características, cabe citar os trabalhos de BUCKUP (1988); REIS & MALABARBA (1988); BERTOLETTI *et al.* (1989a e 1989b); BERTOLETTI *et al.* (1990); REIS *et al.* (1990); LOBÓN CERVIÁ *et al.* (1991); LUCENA & PEZZI DA SILVA (1991); LUCENA & KULLANDER (1992); BUCKUP & REIS (1997), realizados na bacia do rio Uruguai e utilizados como material de referência para este estudo.

Além desses estudos de caráter sistemático, são raros os estudos que tratam sobre a biologia ou ecologia das espécies de peixes nessa bacia. Dois estudos merecem destaque, LOBÓN-CERVIÁ *et al.* (1993) e QUEROL & QUEROL CHIVA (1993), versando sobre aspectos populacionais de algumas espécies.

A utilização de recursos hídricos para atividades que possam alterar a qualidade ambiental de uma bacia hidrográfica ampla e rica em particularidades deve ser avaliada com cuidado. Ao mesmo tempo que urge a avaliação dos possíveis impactos de atividades antrópicas sobre os cursos de água da região, enfrenta-se o problema da falta de conhecimentos que permitam entender eventuais modificações na dinâmica dos sistemas biológicos envolvidos.

A explanação inicial revela que, apesar da existência de diversos trabalhos publicados para a bacia do rio Uruguai a respeito da sua ictiofauna, esse acervo limita-se a aspectos descritivos da biota.

Essa realidade de escassez de informações da dinâmica de fatores que regulam as relações bióticas do ecossistema em apreço constitui o cenário de conhecimentos no qual está inserido esse estudo

de impacto ambiental. Adicione-se a isso as limitações de tempo disponível para realização de estudos de campo, típica de estudos desse tipo.

Essa realidade sobre a necessidade de conhecimentos pré-existentes e disponíveis para estudos de impacto ambiental é abordada em IBAMA (1995) e diversas sugestões são feitas quanto aos grupos bióticos que devem ser utilizados no diagnóstico ambiental do meio biológico. A tendência de se usarem os vertebrados deve-se principalmente, à disponibilidade de bancos de dados. Além desse aspecto, são discutidos atributos dos grupos a serem utilizados. Taxonomia resolvida, metodologia de amostragem disponíveis e disponibilidade de especialistas são alguns desses atributos. A taxocenose dos peixes adequa-se muito bem para esse tipo de avaliação, uma vez que, além de enquadrarem-se nas características acima, as espécies desse grupo ocupam diversos níveis tróficos, representando a comunidade biótica dos ambientes aquáticos como um todo.

Apesar das limitações relacionadas ao *background* de conhecimentos regionais, esse trabalho pretende reunir informações obtidas através de amostragens e dos dados pretéritos, de modo a conceber um quadro da situação atual dos elementos bióticos dos ambientes aquáticos da área de influência do empreendimento que ora se licencia.

V.4.3.2-Justificativas do Escopo de Estudo dos Ecossistemas Aquáticos

O processo de licenciamento da UTE Uruguaiana apresenta algumas peculiaridades, associadas, talvez à própria singularidade do tipo de empreendimento.

Os levantamentos de campo iniciaram-se na primeira quinzena de julho de 1997. O termo de referência que norteia o presente EIA/RIMA foi emitido pelo IBAMA na segunda quinzena de agosto de 1997. Essa inversão temporal entre a definição final do escopo do estudo e o início das atividades de avaliação ambiental gerou a necessidade de se incorporar a avaliação de alguns grupos bióticos na próxima expedição de amostragens, realizada na primeira quinzena de outubro de 1997.

Os grupos bióticos incorporados na avaliação dos ecossistemas aquáticos a posteriori foram Fitoplâncton, Zooplâncton e Bentos.

A ocorrência da enchente associada ao fenômeno “El Niño”, desde o início de outubro, estendendo-se até meados de novembro, quando esse documento foi produzido, não permitiu a realização dessas amostragens. Além dos locais onde seriam realizadas as amostragens desses grupos (rio Uruguai e arroio Imbaá) estarem com vários metros de água acima do nível normal, seria necessário que

passasse um certo tempo até que os organismos a serem amostrados representassem a situação ambiental desses corpos de água.

Dessa forma, o escopo do estudo nessa etapa inicial do licenciamento ficou restrito à taxocenose dos peixes, como representantes da biota aquática.

A amostragem desses grupos bióticos, suspensa em função da enchente, será efetivada quando da normalização da situação dos recursos hídricos da região. Apesar dessa lacuna no processo de avaliação de impactos, acredita-se que esses organismos não seriam reveladores de situação que inviabilizasse o licenciamento do empreendimento, constituindo, outrossim, importante ferramenta quando da implantação do programa de monitoramento relativo aos impactos sobre a biota aquática. Considerando que a construção da UTE demandará em torno de 21 meses, esse período pode ser utilizado para se realizar o diagnóstico da situação anterior à operação da usina, relativo a esses grupos bióticos.

V.4.3.3-Metodologia

De acordo com as diretrizes definidas pelo termo de referência do estudo, o local da adução de água faz parte da área de influência direta. Esse estudo foi conduzido considerando-se duas hipóteses para a obtenção da água. A primeira opção é o rio Uruguai, a alternativa seria a adução de água subterrânea. Caso a última opção seja a escolhida, o arroio Imbaá seria o corpo receptor dos efluentes líquidos, na primeira opção o destino desses despejos seria o próprio rio Uruguai.

Além desses corpos d'água, foram incluídos na caracterização da fauna de peixes da área de influência da UTE Uruguaiana o arroio Salso II (ou arroio Riacho, de acordo com a base cartográfica do Exército), correndo de sul a sudoeste da área da usina; o Açude da Pedreira, localizado a cerca de 200 metros a sudeste da área; o Banhado Grande, corpo de água originado pelo barramento de um afluente do arroio Imbaá, localizado a oeste da área, a cerca de 1000 metros.

Nos arroios e açudes foram realizadas amostragens utilizando-se diversas artes de pesca de acordo com MALABARBA & REIS (1987). Foram utilizadas redes de espera, rede de arrasto tipo picaré, puçá e tarrafas. As amostragens foram conduzidas explorando-se todos os micro-ambientes encontrados, de modo a se obter uma estimativa aproximada da riqueza de espécies e das relações de dominância.

Os exemplares foram fixados em formol (10%) durante 7 dias e, posteriormente, conservados em álcool (70%). O material ictiológico coletado foi identificado através da bibliografia corrente e os exemplares de interesse taxonômico foram disponibilizados ao Museu de Ciências e Tecnologia da Pontifícia Universidade Católica de Porto Alegre.

A ocorrência de crustáceos de água doce nas amostragens foi registrada e os indivíduos fixados e conservados em álcool (70%) e posteriormente encaminhados ao Departamento de Zoologia da Universidade federal do Rio Grande do Sul para identificação, passando a fazer parte do acervo da instituição.

Os dados foram analisados em termos de riqueza específica. Além disso, foram feitas considerações sobre as relações de dominância na estrutura das comunidades.

No rio Uruguai, em virtude da complexidade de ambientes que constituem esse grande manancial, e devido a grande enchente que ocorreu durante a segunda expedição, não foram realizadas amostragens. Os dados sobre esse importante elemento dos recursos hídricos foram inicialmente obtidos através da base de dados do NEODAT Project (*Inter-Institutional Database of Fish Biodiversity in the Neotropics*) que disponibiliza, via Internet, dados de coleções de diversos museus da região Neotropical. Esses dados foram complementados e atualizados por uma compilação bibliográfica de trabalhos sobre a fauna de peixes da bacia hidrográfica do rio Uruguai. Além disso foram realizadas entrevistas informais com pescadores locais

Os dados relativos à produção pesqueira foram obtidos junto à Colônia de Pescadores Rincão da Cruz, de Uruguaiana (Z-9), representada pelo seu presidente, Sr. Itamar José Cagol.

V.4.3.4-Resultados

Caracterização da Fauna de Peixes

A seguir são descritas as características ambientais de cada um dos ambientes avaliados com base na visitação aos locais, nas amostragens e nos dados secundários existentes.

a) Açude da Pedreira

Esse corpo d'água é de natureza artificial, consequência do barramento de um pequeno curso de água que corria por dentro da área de exploração de uma antiga pedreira. Em suas margens ainda é possível observar material rochoso exposto em função dessa atividade. As águas são limpas e pode-se



supor que o ambiente apresente características de ambientes oligotróficos em função da presença da pedra submersa, com menor disponibilização de nutrientes pelo contato com a rocha.

A fauna de peixes reflete essa situação. Foram capturadas somente 12 espécies. A comunidade de peixes, além de pobre em espécies, apresentou abundâncias muito baixas quando comparadas às do Banhado Grande, outro ambiente artificial formado por barramento de pequeno curso de água. No total, foram capturados 72 indivíduos, com um esforço de 4 arrastos de margem, 20 lanços de tarrafa e 20 aplicações com o puçá. Somente num arrasto de margem no Banhado Grande foram capturados em torno de 500 indivíduos de 17 espécies.

A dominância de uma espécie de lambari (*Briconamericus iheringii*) está associada à fonte alimentadora do manancial, pois é uma espécie típica de ambientes de água corrente e geralmente dominante em córregos e pequenos rios.

A presença de espécies piscívoras (*Hoplias malabaricus* e *Crenicichla lepidota*) revelam que esse corpo d'água apresenta uma estruturação trófica bem desenvolvida.

Esse ambiente representa um recurso importante em nível de manancial hídrico pelo seu grande volume, servindo de fonte de água para dessedentação de animais e eventualmente para irrigação de pequenas lavouras, uma vez que está bastante próximo da zona urbana.

Como recurso para os elementos bióticos, assume importância em função que é o corpo d'água mais próximo da área de implantação da UTE, e deve ser utilizado por elementos da fauna terrestre.

Enquanto recurso para a biota aquática, esse elemento da paisagem é de baixa importância em função de seu caráter artificial e da aparente baixa produtividade.

b) Banhado Grande

O local denominado de Banhado Grande é, na verdade, um açude formado pelo barramento de um pequeno córrego, afluente do arroio Imbaá. Inicialmente foi tratado como banhado pelo aspecto de suas margens, densamente colonizadas por vegetação flutuante, deixando um espelho d'água a mostra somente no centro. Suas águas são notavelmente transparentes.

Esse aspecto pode ser associado a um processo de eutrofização, provavelmente natural, daí a transparência da água, que repercute em intensa produtividade primária pelas macrófitas.

A fauna de peixes é abundante e relativamente mais rica que o Açude da Pedreira. Foram capturadas 17 espécies com $\frac{1}{4}$ do esforço utilizado naquele local. O número total de indivíduos (576)



capturados evidencia a abundância de elementos bióticos nesse local, conseqüência provável da disponibilidade de recursos alimentares decorrente da produtividade do sistema.

Por ocasião do grande aporte de água das chuvas que ocorreu em outubro de 1997, o açude extravasou pelo lado da barragem. Esse excedente hídrico juntamente com a água que corria pelos campos adjacentes formou uma rede de pequenos córregos nas imediações a jusante da barragem. Uma grande quantidade de peixes pode ser avistada nadando nesses cursos d'água temporários tanto na direção do açude, quanto na direção do arroio Imbaá.

Acredita-se que esse fenômeno seja comum quando ocorrem grandes chuvaradas uma vez que foram encontradas pessoas que aproveitaram a facilidade em capturar exemplares de traíra (*Hoplias aff. malabaricus*) sobre a grama com uma lâmina d'água, para consumo. Essas pessoas informaram que é uma prática comum nessa situação.

A oportunidade de observar esse fato revelou que a fauna de peixes desse corpo d'água apresenta trocas eventuais com a fauna de peixes de jusante e possivelmente até com o rio Uruguai.

Esse fato, aliado à alta produtividade primária revelada pela presença notável das macrófitas, permite afirmar que é um ambiente de alta qualidade ambiental, merecendo destaque na adoção de medidas mitigadoras para eventuais impactos que possa sofrer.

c) Arroio Imbaá

O arroio Imbaá é o curso de água que limita a microbacia onde está inserido a UTE pelos lados oeste e norte.

Esse arroio possui uma mata ciliar não muito alta, mas presente em quase todo o seu curso próximo à área visitada.

A comunidade de peixes desse arroio apresentou-se mais rica em espécies do que nos ambientes já descritos. Foram capturadas 24 espécies, sendo 18 na amostragem de período frio (julho/97) e 22 na época quente (outubro/97). A pequena diferença nesses valores pode ser associada a questões amostrais em relação às espécies menos abundantes, visto que diversas espécies ocorreram com 1 ou 2 indivíduos por amostra.

Já entre os períodos amostrais a diferença foi maior, foram capturados 113 indivíduos no período frio, enquanto que na época quente coletou-se 209. Essa discrepância em estudos ictiológicos é

considerada normal, uma vez que são organismos pecilotérmicos, que em baixas temperaturas têm seu metabolismo diminuído, ficando menos disponíveis às capturas.

Outro aspecto a ressaltar sobre a maior riqueza de espécies nos arroios em relação aos açudes, é o fato daqueles serem ambientes artificiais colonizados pela fauna local, predominantemente de ambientes lóticos. Desta forma, é esperado que nos ambientes aquáticos naturais da região, ou seja, os cursos de água corrente, a diversidade biótica seja sempre maior.

Próximo ao arroio Imbaá existe um grande frigorífico, aparentemente desativado. É de se supor que, quando em atividade, esse empreendimento que gera efluentes potencialmente degradadores em função da carga orgânica, causasse algum impacto sobre o arroio. Existem, também próximas, instalações de suinocultura, que podem estar afetando negativamente esse ambiente.

Apesar dessas possibilidades de degradação ambiental, o arroio Imbaá apresenta características que denotam uma boa qualidade ambiental. Foram capturados, exemplares de camarões-de-água-doce, (*Macrobrachium borellii* – 21 indivíduos), caranguejos-de-rio (*Trichodactylus T. panoplus* – 5 indivíduos, *Aegla uruguayana* - 9 indivíduos e *Aegla* sp. – 7 indivíduos) elementos bióticos geralmente associados a ambientes prístinos.

Considerando que esse curso de água possa vir a ser o corpo receptor dos efluentes líquidos gerados na UTE, deverão ser adotadas medidas de prevenção quanto à qualidade desses efluentes, uma vez que a capacidade de diluição do arroio Imbaá não é muito grande.

d) Arroio Salso II (ou arroio Riacho)

O arroio Salso II, que na base cartográfica do Exército (1:50.000) está denominado de arroio Riacho limita a microbacia de drenagem ao sul da área do empreendimento.

Esse curso de água é bastante rico em micro-ambientes. A zona onde foram realizadas as amostragens apresenta características de curso médio, ou seja, alternam-se remansos com corredeiras. Predominam essas últimas onde a granulometria do substrato não é grosseira, apresentando grande quantidade de pequenos seixos, típico de locais sem correnteza muito forte. O local fica a cerca de 5 km da planície de inundação do rio Uruguai. A mata ciliar do arroio do Salso II nas imediações da estação de amostragem praticamente inexistente.

Apesar de ter sido manipulado em diversas ocasiões para a construção de duas pontes no ponto de contato com a BR 472, observa-se que ocorrem locais com variação no tipo de sedimento de fundo,

vegetação das margens, e velocidade da água, apresentando combinações que resultam em uma notável riqueza de ambientes num trecho curto desse arroio.

Essa riqueza de ambientes permitiu a instalação de uma comunidade de peixes bastante diversificada. Foram capturadas 21 espécies de peixes, na amostragem em período frio e 25 no período quente, perfazendo um total de 29 espécies capturadas nesse arroio. Ao comparar-se esse ambiente ao Açude da Pedreira, que fica bem próximo, nota-se que o número de indivíduos capturados foi praticamente o mesmo, porém com 9 espécies a mais e com abundâncias bem melhor distribuídas. Apesar de não se poder realizar comparações entre os dois ambientes, em função da diferença nos métodos de amostragem, pode-se afirmar que no arroio a diversidade biótica é bem maior do que no açude da Pedreira, provavelmente porque o açude é um ambiente artificial e o arroio do Salso II, um ambiente natural.

Na comparação com o arroio Imbaá, o Salso II apresentou uma riqueza ligeiramente maior, com a ocorrência de 4 espécies a mais. Essa pequena diferença pode ser indicadora da maior riqueza de ambientes encontrados na área de amostragem do arroio do Salso II, enquanto que no trecho amostrado do arroio Imbaá este já começava a apresentar configuração de rio de planície, com predominância de remansos e ambientes caudalosos em detrimento de trechos encachoeirados.

Alguns dias após a realização da amostragem relativa à segunda campanha, iniciou um período de vários dias chuvosos, com momentos de grande precipitação. O nível das águas desse arroio elevou-se mais de 2 metros acima do normal, que, em alguns locais não passa de poucos centímetros. Essa notável alteração em função das chuvas, provavelmente é um evento que se repete várias vezes ao ano, porém com menor intensidade.

Pode-se supor que esse tipo de ambiente apresente características de ambiente em estágios serais jovens em decorrência de eventos como o acima relatado, o que torna mais importante ainda as características de alta riqueza e diversidade encontradas, revelando uma boa qualidade ambiental.

Nesse local também foram encontrados exemplares de crustáceos, caranguejo-de-rio (*Trichodactylus T. panoplus* – 1 indivíduo), e camarão-de-água-doce (*Macrobrachium borellii* – 79 indivíduos). A ausência de *Aegla* spp. pode ser associada ao carreamento pela correnteza em eventos de cheia que devem ser mais agressivos nesse arroio devido à ausência da mata ciliar.



e) *Rio Uruguai*

O rio Uruguai é formado pela junção dos rios Pelotas e Canoas, na divisa dos Estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, aproximadamente na longitude de 52° oeste. Percorre a fronteira norte do Estado no sentido leste-oeste e direciona-se ao sul já como divisa Brasil-Argentina. Nessa condição fronteiriça, segue em direção sudoeste, passando por Uruguaiana, até o município de Barra do Quaraí e ingressa em território Argentino, desaguando finalmente no rio Paraná, formando então o rio da Prata.

Segundo STEVAUX *et al.* (1997) o rio Uruguai, juntamente com o São Francisco e o Tocantins é um dos os rios mais antigos do Brasil, com sua formação ligada aos processos decorrentes da separação da América do Sul da África.

A zonação de um rio em trechos com características ecológicas diferenciadas têm sido tema de muitos estudos visando propor modelos que descrevam o rio como ecossistema. SCHÄFER (1985) apresenta uma subdivisão em curso superior (Ritral), médio (zona de transição) e inferior (Potamal), caracterizando essas zonas como de consumo, assimilação (produção primária) e decomposição, respectivamente.

VANNOTE *et al.* (1980) apresentaram a teoria do River Continuum Concept (RCC), baseados na hipótese de que existe um gradiente de condições físicas das cabeceiras até a foz de um rio. As comunidades desses cursos de água ocorreriam adaptadas a esse gradiente.

Uma terceira abordagem do ecossistema representado por um rio foi apresentada por JUNK *et al.* (1989) e trata do conceito de pulso de inundação como função de força no sistema físico, químico e biológico de um rio.

Essas abordagens adequam-se a determinados tipos de rios, por exemplo, o RCC serve para descrever pequenos rios temperados, já a teoria das planícies sujeitas a pulsos de inundação periódicos descreve o fenômeno sazonal das cheias nos rios tropicais.

Ao tentar enquadrar o rio Uruguai nessas proposições, verifica-se que esse manancial apresenta muitas peculiaridades. As cheias não são marcadamente sazonais e suas águas vão se juntar às do rio Paraná que já recebeu as águas do rio Paraguai, que se enquadra no tipo de rio com eventos periódicos de cheias, que inclusive regula o ecossistema do Pantanal Matogrossense.

Na região de Uruguaiana, pode-se dizer que o rio Uruguai está em seu curso médio uma vez que ainda não é um rio caudaloso com formação de meandros, típico de um rio próximo de sua foz, mas já

não apresenta corredeiras e grandes bancos de sedimentos de corrente grosseiros, como nas zonas superiores, avaliadas por BERTOLETTI *et al.* (1989a e 1989b).

A fauna de peixes do rio Uruguai é muito diversificada. No levantamento realizado na base de dados NEODAT para a localidade de Uruguiana, incluindo-se os arroios da região, foram listadas 157 espécies. Para o rio Uruguai, curso superior (região da junção do rios Pelotas e Canoas) foram registradas 76 espécies, considerando os trabalhos de BERTOLETTI *et al.* (1989a e 1989b), LUCENA & KULLANDER (1992) e BUCKUP & REIS (1997). No curso médio, REIS & MALABARBA (1988), BERTOLETTI *et al.* (1990), LUCENA & KULLANDER (1992) e BUCKUP & REIS (1997) registraram 86 espécies.

Cabe ressaltar que os estudos que serviram de base para a obtenção desses valores de riqueza de espécies foram realizados com base em coletas pontuais, visando caracterizar trechos relativamente pequenos do rio. Dessa forma, deve-se considerar a riqueza de espécies da bacia como o valor mais representativo da fauna de peixes da região.

Quanto à qualidade ambiental do rio Uruguai, é difícil avaliar essa condição, uma vez que inexistem dados históricos de comparação. Informações obtidas com pescadores e pesquisadores que desenvolveram estudos na região revelam que algumas espécies, outrora comuns, já não são capturadas. Entre elas está o *Brycon orbignianus* (piracanjuba), espécie que ocorre também na bacia do Paraná-Paraguai e é muito apreciada nas regiões Sudeste e Centro-oeste. Acredita-se que já é de longa data a diminuição dos estoques dessa espécie, uma vez que algumas pessoas entrevistadas nem conheciam esse peixe.

Estudos visando avaliar as modificações no rio Uruguai em consequência da implantação da barragem da Usina de Salto Grande, no rio Uruguai, entre o Uruguai e a Argentina, revelaram o declínio de espécies migradoras como dourado (*Salminus maxillosus*), piava (*Leporinus spp.*) e grumatã (*Prochilodus lineatus*) e o aumento de espécies associadas a ambientes pelágicos como a sardinha-de-água doce (*Lycengraulis grossidens*) e mandí (*Parapimelodus valenciennes*), além da palometa (*Serrasalmus spilopleura*), na área da barragem (ROS & DELFINO, 1993). Os mesmos autores mencionam os estudos da Comissão Administradora do Rio da Prata, nos quais há a indicação de que os sítios de reprodução dos peixes migradores localizam-se a montante da barragem, sem evidência de que essas espécies desovem nos afluentes.

Essas informações, proveniente de estudos realizados em áreas diversos quilômetros abaixo da região próxima ao empreendimento em apreço, vêm confirmar o rio Uruguai como uma importante rota migratória para os peixes de piracema.

Entre as espécies ocorrentes no rio Uruguai, pode-se citar como grandes migradoras: *Salminus maxillosus*, *Prochilodus* spp, *Leporinus* spp, *Pseudoplatistoma coruscans*, *Brycon orbignyanus* e *Rhinelepis aspera*, as quatro primeiras, com importância comercial, informações adaptadas a partir de dados da Bacia do rio Paraná (AGOSTINHO, 1993).

Mesmo sem estudos de avaliação da qualidade ambiental do manancial representado pelo rio Uruguai, esses dados reunidos indicam que, apesar de alguns eventos impactantes isolados, esse rio apresenta uma alta qualidade ambiental.

Considerando que a adução de água para a UTE Uruguaiana seja feita do rio Uruguai e os despejos dos efluentes retornem ao mesmo, é necessário estimar cuidadosamente a capacidade de diluição do rio como corpo receptor dessa carga de modo a dimensionar adequadamente o tratamento dessas águas de retorno.

Produção Pesqueira

As informações discutidas nesse tópico foram obtidas junto à Colônia de Pescadores de Uruguaiana (Z-9), através do depoimento do Sr. Itamar José Cagol, presidente da mesma.

A produção de pescado obtido no rio Uruguai varia de 6 a 8 toneladas mensais. Nos meses posteriores ao período de defeso em virtude da ocorrência do fenômeno da Piracema, que coincidem com o bimestre que antecede a Páscoa, essa produção atinge as 10 toneladas mensais. Esse acréscimo está relacionado à tradição de consumo de peixes na Sexta-feira Santa.

Durante um período de 3 meses, iniciando em meados de outubro, ocorre a proibição total da pesca em virtude da ocorrência das migrações reprodutivas de diversas espécies, que configura o fenômeno da Piracema.

A piava (*Leporinus* spp.) representa a principal espécie do ponto de vista da importância comercial, tanto em nível de produção pesqueira, quanto em função da procura.

A presença do dourado (*Salminus maxillosus*), além de ser uma espécie muito procurada comercialmente, adquire importância a nível de estrutura trófica da biota aquática, uma vez que é um dos predadores-topo do sistema e, nessa função, controla as populações de *Serrasalmus spilopleura*, a

palometa, uma espécie de piranha que já representa uma ameaça em outros locais. Os danos maiores são causados às pescarias, uma vez que a palometa ataca os indivíduos capturados com artes de pesca tipo redes e espinhéis. Na região de Uruguiana são raros os ataques dessa espécie, ocorrendo, eventualmente em ambientes de remanso, ou banhados marginais, provavelmente por que não são áreas utilizadas pelo dourado.

Outro aspecto importante, levantado no depoimento que originou esse capítulo, foi o da diminuição notável nos estoques de traíra (*Hoplias spp.*), depois do fechamento da barragem de Salto Grande, a jusante, no rio Uruguai.

Quanto a mortandades de peixes, não existem registros nem constatações pessoais entre os entrevistados.

Espécies Ameaçadas

Foram consultadas três fontes bibliográficas que disponibilizam listas de espécies protegidas: a lista oficial do IBAMA, tornada pública através da Portaria nº 1522, de 19 de dezembro de 1989 e da Portaria nº 45-N, de 27 de abril de 1992; a lista “*IUCN Red List of Threatened Animals*”, organizada pela e atualizada pelo World Conservation Monitoring Centre, do Reino Unido e disponível via Internet; e a lista disponibilizada Fundação Tropical de Pesquisas e Tecnologia “André Tosello” na Base de Dados Tropical (BDT), também obtida via Internet.

A única espécie ocorrente na bacia do rio Uruguai que está listada como ameaçada é *Brycon orbignianus*, conhecido popularmente como piracanjuba, classificada como criticamente em perigo por destruição de habitats, e com populações em declínio e pequenas.

Apesar de não citada entre as espécies de peixes ameaçadas, o dourado (*Salminus maxillosus*) merece destaque como espécie que tem seus estoques diminuídos em muitos locais, podendo ser considerada como espécie potencialmente ameaçada. As diminuições de estoque dessa espécies pode ser associada à pesca excessiva e à sua provável sensibilidade a alterações na qualidade das águas. BERTOLETTI (1985) menciona esta espécie como em fase de extinção e associa o declínio das populações à interrupção dos fluxos migratórios por barragens.



V.5-Meio Sócio-Econômico

V.5.1-Visão geral

A população residente de Uruguaiana é de 121.398 habitantes (1996), distribuída por uma superfície de 5.713,6 Km². Esta população colocava o Município em 13^º no Estado, ao mesmo tempo que ficava em 4^º lugar em relação à área. Uruguaiana pertence à Microrregião da Campanha Ocidental. Dentro desta conta com 18,3% da superfície total e 33% da população (1996).

Situada a 634 Km de Porto Alegre, Uruguaiana fica na extremidade Oeste do Rio Grande do Sul, na fronteira com a Argentina e o Uruguai. A latitude Sul é 29° 45' 23" e a longitude Oeste 57° 05' 12". A altitude média é de 74 metros.

Os seus limites são: ao norte com o Município de Itaqui, a nordeste com o Município de Alegrete, a Sudeste com o Município de Quaraí, a sudoeste com o Município de Barra do Quaraí, ao sul com o Uruguai e a Noroeste com a Argentina.

V.5.2-Dinâmica Populacional

Conforme pode-se ver na Tabela 6, fica claro o elevado incremento populacional de Uruguaiana, sempre acima do ocorrido no Estado. Este desenvolvimento positivo pode ser creditado ao crescimento vegetativo, acima da média do Estado, e à imigração.

**Tabela 6-Evolução da população residente - 1990,1991 e 1996
- Uruguaiana e Rio Grande do Sul**

local	1980	1991	1996 ¹	crescimento entre 1980 e 1991 (%)	crescimento entre 1991 e 1996 (%)
Uruguaiana	91.497	117.456	124.881	28,37	6,32
RS	7.773.837	9.138.670	9.637.682	17,56	5,46

Fonte: IBGE - Censo Demográfico - 1980 e 1991 - Rio Grande do Sul;
Contagem da População - 1996

A tabela também mostra uma redução do crescimento municipal entre 1991 e 1996 quando comparado àquele que existiu entre 1980 e 1991.

Em relação à densidade populacional, Uruguaiana revela-se um Município menos populoso que a média do Estado, pois apresentava 18,5 habitantes por Km² contra 34,2 habitantes por Km² no RS. Este fato é explicado muito mais pela área do Município, uma das maiores do Rio Grande do Sul (a quarta

¹ Inclui Barra do Quaraí



maior superfície municipal), do que por uma pequena população, já que o número de habitantes de Uruguaiana torna este Município um dos maiores do interior gaúcho.

A maioria dos habitantes de Uruguaiana concentra-se no distrito sede, o 1º distrito, com 90,5% do total da população total. Com a recente emancipação de Barra do Quaraí esta concentração acentuou-se, já que este era o distrito mais populoso do interior do Município.

Uruguaiana mostra-se mais urbanizada que a média do Estado, com 90,7% da sua população vivendo no meio urbano (1996). Neste mesmo ano o Rio Grande do Sul apresentava uma taxa de urbanização de 78,7%.

A Tabela 7 apresenta o fluxo migratório para Uruguaiana. Neste tabela aparecem os dados referentes aos imigrantes por origem, onde verifica-se que Uruguaiana caracterizou-se por receber uma parcela maior de pessoas de outras unidades da federação e de outros países. Em contrapartida, o Município mostrou menor participação de imigrantes do Estado.

Quanto às mudanças no período, nota-se o crescimento no percentual de imigrantes vindos de outros estados do Brasil. De qualquer forma, o aumento em Uruguaiana foi inferior à média do Estado, tendo o Rio Grande do Sul praticamente dobrado a proporção de imigrantes do resto do País, enquanto em Uruguaiana o crescimento foi pouco superior a 50%.

**Tabela 7-Imigrantes por origem e imigração total -
1980 e 1996 - Uruguaiana e Rio Grande do Sul (%)**

especificação	Uruguaiana		Rio Grande do Sul	
	1980	1996	1980	1996
outra unidade	9,47	15,25	7,63	13,75
mesma unidade	85,34	81,20	90,54	84,51
país estrangeiro	3,14	2,88	0,80	1,04
ignorado	2,06	0,67	1,03	0,71
total	100,00	100,00	100,00	100,00
Imigrantes/população	13,24	4,42	18,16	6,95

Fonte: IBGE - Censo Demográfico - 1980 - Rio Grande do Sul;
Contagem da População - 1996 - Rio Grande do Sul

Na última linha podemos observar a representatividade da imigração no total de habitantes. Em Uruguaiana a participação de imigrantes na população era menor que a média estadual. No que diz respeito aos tipos de imigrantes, as pessoas vindas de outros estados tinham maior importância relativa em Uruguaiana, ocorrendo o mesmo em relação aos estrangeiros. Entretanto, estes participavam pouco



no total da população. O maior grupo, os indivíduos do Estado, apresentavam em Uruguaiana um percentual inferior ao do Estado.

V.5.3- Caracterização do Município

a) *Estrutura ocupacional* - Uruguaiana apresentava em 1991 um percentual menor, 14,3%, de pessoas ocupadas no setor primário em Uruguaiana. No Estado a participação alcançava 23,7%. Como este setor apresenta, no Município, uma geração de renda proporcionalmente superior a do Rio Grande do Sul, podemos afirmar que a produtividade é mais elevada em Uruguaiana, fato derivado da presença da lavoura de arroz, importante fonte geradora de renda para o Estado e para o Município e que, efetivamente, emprega um número comparativamente pequeno de pessoas.

A indústria, como era de se esperar, tem um peso bem menor em Uruguaiana, exibindo um percentual que é praticamente um terço do mostrado pelo Estado.

**Tabela 8-Pessoas ocupadas de 10 anos ou mais de idade, por setor de atividade - 1991
Uruguaiana e Rio Grande do Sul**

especificação	Uruguaiana		Rio Grande do Sul	
	total	%	total	%
agropecuária, ext. vegetal, caça e pesca	6.713	14,3	944.436	23,7
indústria de transformação	3.216	6,8	722.582	18,1
indústria da construção civil	3.145	6,7	227.695	5,7
outras atividades industriais	403	0,9	56.447	1,4
comércio de mercadorias	9.223	19,6	480.673	12,0
transporte e comunicação	4.204	8,9	160.327	4,0
serviços auxiliares da atividade econômica	1.919	4,1	141.063	3,5
prestação de serviços	10.603	22,6	630.085	15,8
social	3.661	7,8	330.749	8,3
administração pública	2.954	6,3	189.079	4,7
outras atividades	937	2,0	108.193	2,7
total	46.978	100,00	3.991.329	100,00

Fonte: IBGE - Censo Demográfico 1991 - Rio Grande do Sul

Quando consideramos os setores de atividade ligados ao setor terciário, verificamos a elevada proporção destes na economia local. O Comércio de Mercadorias, Transporte e Comunicações, Serviços Auxiliares de Atividade Econômica e Prestação de Serviços revelam uma participação superior à média



estadual. Apenas Social e Outras Atividades mostram um peso inferior no Município em relação ao Estado.

Entre estes, os mais expressivos são o Comércio de Mercadorias, com 19,6% (com o RS apresentando 12%), a Prestação de Serviços, com 22,6% (15,8 para o RS) e o Transporte e Comunicação, com 8,9% (4%), setor de atividade que se sobressai em Uruguaiana, devido à presença de transportadoras no Município.

Os ramos vinculados ao setor terciário apresentavam uma participação conjunta de 65% (que chega a 71% se incluirmos os Serviços Públicos) na geração de emprego no Município. O Estado mostrava 46% de sua mão-de-obra empregada neste setor (51% com Serviços Públicos).

Com relação ao emprego informal, o trabalho "A fronteira oeste do RS na integração latino-americana²", revela que em 1994 existiam cerca de 6.000 comerciantes informais em Uruguaiana e 600 vendedores ambulantes em 1995 (tendo estes últimos chegado a 4.000 em passado recente).

b) Renda total e per capita - Quando observada a renda total e per capita, Uruguaiana mostrou um movimento comparativamente favorável. No período sob análise o Município apresentou um acréscimo de 58,5% na renda total. No mesmo período o Estado teve um aumento de 30,5%. Entretanto, este crescimento não foi capaz de recuperar a renda total de Uruguaiana aos níveis de 1980. O incremento ocorrido entre 1990 e 1994 trouxe a renda de 1994 a 95% daquela de 1980.

Tabela 9-PIB total e per capita - 1990 e 1994 - Uruguaiana e Rio Grande do Sul - US\$

local	1990		1994		crescimento (%)	
	total	per capita	total	per capita	total	per capita
Uruguaiana	316.519	2.748,75	501.570	4.074,33	58,46	48,22
RGS	32.029.466	3.551,96	41.814.872	4.400,45	30,55	23,89

Fonte: Fundação de Economia e Estatística - FEE

Uruguaiana também apresentou uma evolução positiva da renda per capita, de 48,2%, maior que a ocorrida no Estado, de 23,9%. Entretanto, esta foi menor que a da renda total, com 58,5% em

² A fronteira oeste do RS na integração latino-americana - Naia de Oliveira - 1996 - FEE



Uruguaiana e 30,6% no Rio Grande do, o que é compatível com o incremento populacional superior de Uruguaiana.

Em 1994 Uruguaiana mostrava um resultado mais próximo ao do Estado em relação ao ano de 1990. Neste último ano a renda per capita do Município em estudo era igual a 77,4% da renda per capita do Estado. Em 1994 este percentual já havia chegado à 92,6%. Esta evolução não foi capaz de levar a renda per capita de Uruguaiana aos níveis de 1980, quando era superior a do Estado em 27%.

c) Estrutura econômica - A tabela seguinte procura esclarecer os aspectos referentes à estrutura produtiva em Uruguaiana. A Tabela 10 exhibe a variação do Valor Agregado Fiscal (VAF) dos setores de atividade econômica em Uruguaiana e no Rio Grande do Sul.

O VAF mostra, no período de 1990 a 1994, um crescimento no setor primário de 15% em Uruguaiana e 18% no Rio Grande do Sul, e uma redução no setor secundário de 42% no Município e 6,5% no Estado.

O setor terciário teve o melhor desempenho em Uruguaiana, com um acréscimo de 30,5%, enquanto no Estado a variação foi de 12,4%. Este movimento favorável em Uruguaiana deve muito aos serviços, que obtiveram um aumento de 66% no período, bem acima do que ocorreu no Estado, que foi de 37,8%.

Pode-se dizer que devido a amplitude do crescimento dos serviços em Uruguaiana, e pelo peso que estes representam na economia local, eles ajudaram no resultado geral, onde o Município obteve um crescimento de 8% no VAF, acima dos 3,5% alcançados pelo Rio Grande do Sul.

Apesar disso, não podemos esquecer o crescimento obtido pelo setor primário, que individualmente representa mais do que os serviços. Este teve um acréscimo de 14,5% no período. Adicionalmente, os desempenhos do comércio atacadista, crescendo 7,7%, e do comércio varejista, 15,6%, contribuíram positivamente para o bom desempenho geral do VAF em Uruguaiana.

Tabela 10-Valor Agregado Fiscal por setor - 1990 e 1994 - Uruguaiana e Rio Grande do Sul)

especificação	Uruguaiana			RS		
	1990	1994	variação (%)	1990	1994	variação (%)
1-cultura ou prod. agropecuária	42,95	45,53	14,49	15,12	17,39	18,98
2-produção extrativa mineral	0,03	0,20	583,09	0,58	0,52	-7,89
a)subtotal 1 e 2	42,98	45,73	14,92	15,70	17,90	17,99
3-indústria de transformação	1,99	0,56	-69,40	44,39	40,42	-5,78
4-indústria de beneficiamento	19,78	11,12	-39,24	7,27	6,40	-8,87
5-indústria de montagem	0,02	0,03	56,25	0,26	0,10	-59,40
6-ind. de acondic. e recondic.	0,00	0,00	2.601,62	0,06	0,07	27,78
b)subtotal 3,4,5 e 6	21,79	11,72	-41,88	51,98	47,00	-6,44
7-comércio atacadista	7,74	7,73	7,83	9,34	10,21	13,12
8-comércio varejista	15,01	15,63	12,50	14,10	13,08	-4,04
9-serviços e outros	12,48	19,19	66,01	8,87	11,81	37,79
c)subtotal 7,8 e 9	35,23	42,55	30,43	32,31	35,10	12,40
total a, b e c	100,00	100,00	8,01	100,00	100,00	3,48

Fonte: Secretaria da Fazenda do RS

A Tabela 10 também revela um pequeno crescimento no percentual da agricultura, tanto em Uruguaiana como no Rio Grande do Sul. De qualquer maneira, este setor é proporcionalmente maior no Município em estudo, onde possuía 43% do VAF em 1990 e 45,5% em 1994. No Estado as taxas eram de, respectivamente, 15,1% e 17,4%.

As maiores modificações ocorreram no setor secundário, com a indústria em Uruguaiana sofrendo uma redução de quase 50% na sua participação, passando de 22% para 12%. No Estado também ocorreu uma queda, mas menos acentuada, caindo de 52% para 47%. Comparando o peso deste setor nas respectivas economias, fica clara a menor importância da indústria na geração do VAF em Uruguaiana, com apenas 11,7% do total de 1994. No Estado este percentual era de praticamente 50% no mesmo ano.

No setor terciário do Município em estudo o destaque fica com os serviços, que obtiveram um crescimento de 50% na sua participação, passando de 12,5% para 19,2%, uma elevação superior a ocorrida no Estado, onde eles passaram de 8,9% para 11,8%. O comércio, todavia, permaneceu com a participação praticamente estagnada, tanto em Uruguaiana como no Rio Grande do Sul.

Desta forma, podemos concluir que o crescimento geral positivo do setor terciário em Uruguaiana deveu-se mais ao desempenho dos serviços.

d) *Educação* - Em Uruguaiana está sediada a 10ª Delegacia de Educação, estando sob sua responsabilidade, além do Município de Uruguaiana, os municípios de Itaquí, Barra do Quaraí, Alegrete e Maçambará.

Conforme podemos ver na Tabela 11, Uruguaiana apresenta características diversas daquelas do Estado no que se refere ao ensino regular de primeiro e segundo graus.

**Tabela 11-Ensino regular de 1º e 2º graus por localização - 1995 -
Uruguaiana e Rio Grande do Sul**

especificação	1º Grau				2º Grau			
	Uruguaiana		RS		Uruguaiana		RS	
	urbano	rural	urbano	rural	urbano	rural	urbano	rural
matrícula total	91,05	8,95	85,00	15,00	100,00	-	98,92	1,08
taxa de repetência	12,72	17,38	16,06	13,27	24,81	-	14,16	6,44
taxa de evasão	6,55	5,29	6,10	4,38	11,09	-	14,06	5,89
taxa de reprovação	12,87	13,15	19,05	16,08	27,54	-	20,38	9,51
professores regentes	88,36	11,64	77,96	22,04	100,00	-	99,91	0,09
estabelecimentos	56,72	43,28	32,26	67,74	100,00	-	97,69	2,31
salas	86,43	13,57	71,44	28,56	100,00	-	98,18	1,82

Fonte: Secretaria de Educação do Rio Grande do Sul - Estatísticas Educacionais - 1984 e 1995

No que diz respeito ao 1º grau, o maior percentual do meio urbano, apresentado pelo Município nas categorias matrícula total, professores regentes, estabelecimentos e salas, é compatível com a distribuição da população em Uruguaiana e Rio Grande do Sul. A maior discrepância ocorre com os estabelecimentos. Estes apresentam um percentual elevado, 43,3%, no meio rural de Uruguaiana, mas ainda inferior ao mostrado pelo Estado, 67,7%.

Quanto às taxas vemos o seguinte:

- Uruguaiana revela uma taxa de repetência superior na zona rural àquela do ambiente urbano. Esta situação é exatamente a oposta à encontrada no Estado, sendo os valores muito parecidos, apenas invertidos;

- Uruguaiana e o Estado possuíam em 1995 uma taxa de evasão semelhante no meio urbano. A evasão era proporcionalmente menor no interior, tanto no Município como no Estado, com vantagem para este último;

- A taxa de reprovação era levemente superior na zona rural de Uruguaiana. No Estado era a zona urbana que apresentava uma maior taxa de reprovação, sendo a diferença maior, com cerca de 3 pontos percentuais. A própria reprovação proporcional era mais elevada no Rio Grande do Sul quando comparados apenas os ambientes urbanos, com uma diferença que representava cerca de 33%.

No que diz respeito ao ensino superior, Uruguaiana possui uma faculdade particular vinculada à PUC-RS (Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul), sediada em Porto Alegre, denominada Campus Universitário II. Nesta faculdade são oferecidos 17 cursos regulares nas áreas de: Administração de Empresas; Agronomia; Ciências Biológicas, Licenciatura Plena; Ciências Contábeis; Ciências Jurídicas e Sociais (Direito); Educação Artística, Licenciatura de 1º Grau; Estudos Sociais, Licenciatura de 1º Grau e História, Licenciatura Plena; Filosofia, Licenciatura Plena; Informática; Letras, Licenciatura Plena em Português e Língua Estrangeira (Inglês ou Espanhol); Matemática, Licenciatura Plena; Medicina Veterinária; Pedagogia, Licenciatura Plena, Habilitação em Séries Iniciais de 1º Grau; Pedagogia, Licenciatura Plena, Habilitação em Pré-Escola; Secretariado Executivo e Zootecnia.

Atualmente o Campus Universitário II possui um total de 1.411 alunos (Estudo da Situação do Município, Emater, 1997).

Em relação às taxas de alfabetização, Uruguaiana apresenta valores semelhantes ao do Rio Grande do Sul, respectivamente 93,2% e 92,5% , em 1991, para a população entre 15 e 59 anos de idade, o que aproximadamente corresponde aos indivíduos economicamente ativos.

e) Saúde - Na Tabela 12 fica clara a variação superior no número de nascimentos em Uruguaiana, 15,7%, em relação à ocorrida no Estado, de 3,1%. Esta é uma diferença muito significativa e revela o maior crescimento populacional de Uruguaiana em comparação ao Rio Grande do Sul.

Tabela 12-Total de nascimentos, local de ocorrência, recém-nascido, gestação e parto e mãe - 1992 e 1995 - Uruguaiiana e Rio Grande do Sul

local	ano	nascimentos		local de ocorrência (%)		recém nascido		gestação e parto (%)			mãe (%)		
				hospital	domicílio	peso médio ao nascer (g)	baixo peso ao nascer (<2500 g) (%)	prematu-ridade <37 semanas	tipo de parto		idade da mãe	instrução da mãe	
		total	variação					espon-tâneo	cesárea	até 19 anos	nenhuma	1 grau incompl.	
Uruguaiiana	1992	2.740	-	97,1	2,8	3.203,9	8,7	4,4	61,6	37,9	20,3	3,2	58,6
	1995	3.171	15,7	98,7	1,3	3.208,8	9,3	9,7	61,8	38,1	20,9	2,3	59,2
RS	1992	182.658	-	96,8	3,1	3.203,3	8,2	5,9	61,6	35,9	17,0	2,8	63,3
	1995	188.268	3,1	98,8	1,2	3.200,6	8,4	5,7	58,7	39,4	18,5	2,2	62,4

Fonte: Secretaria da Saúde e do Meio Ambiente - Estatísticas de Nascimento - 1992, 1993, 1994 e 1995

A segunda diferença significativa ocorre com o índice de prematuridade, onde o Município em estudo passa de um resultado inferior ao do Estado em 1992, respectivamente 4,4% e 5,9%, para um superior, 9,7% e 5,7%, mais do que dobrando este índice no período, fato preocupante, principalmente quando levamos em consideração o curto período observado. Maiores diferenças podem ser observadas nos índices referentes às taxas de natalidade e fertilidade, encontrados na Tabela 13.

Uruguaiiana apresentou durante o período em análise uma taxa de natalidade sempre superior àquela do Estado, tendo inclusive ocorrido um crescimento no Município ao mesmo tempo que o Estado permanecia em um patamar estável.

A mesma observação pode ser feita em relação às taxas de fertilidade, onde Uruguaiiana está sempre acima da média do Rio Grande do Sul. Estes dados vêm ao encontro daqueles que mostram um maior crescimento populacional em Uruguaiiana, superior ao encontrado para o Estado.

Tabela 13-Coefficientes gerais de natalidade e de fertilidade - 1992 e 1995 - Uruguaiiana e Rio Grande do Sul

especificação	Uruguaiiana		RS	
	1992	1995	1992	1995
Natalidade	22,91	25,63	19,75	19,88
Fertilidade	87,04	97,59	73,18	73,65

Fonte: Secretaria da Saúde e do Meio Ambiente - Estatísticas de Nascimento - 1992, 1993, 1994 e 1995

A Tabela 14 mostra os coeficientes de mortalidade infantil e geral para Uruguaiiana e o Rio Grande do Sul em 1990 e 1995.

O que vemos em primeiro lugar é o decréscimo de 4,03% no coeficiente de mortalidade neonatal em Uruguaiana. Este resultado é muito inferior à queda de 21,03% no Estado. Quando observamos o coeficiente de mortalidade infantil tardia, verificamos o inverso da situação anterior, com a redução de 49,9% em Uruguaiana sendo maior que a do Rio Grande do Sul, de 36,7%.

Desta forma, o coeficiente de mortalidade infantil total acaba tendo uma variação negativa muito semelhante no Município em estudo e no Estado, respectivamente 31,7% e 30,1%. Todavia, os valores absolutos continuam muito distantes, com Uruguaiana apresentando coeficientes que são praticamente o dobro dos encontrados no Estado.

Tabela 14-Coefficientes de mortalidade infantil (neonatal, infantil tardia e infantil) e geral-1990 e 1995 - Uruguaiana e Rio Grande do Sul

local	ano	neonatal	tardia	infantil	geral
Uruguaiana	1985	21,36	29,60	51,70	8,64
	1995	20,50	14,82	35,32	7,67
	variação (%)	-4,03	-49,93	-31,68	-11,23
RS	1985	13,65	12,56	26,81	6,40
	1995	10,78	7,95	18,73	6,83
	variação (%)	-21,03	-36,70	-30,14	6,72

Fonte: Secretaria da Saúde e do Meio Ambiente - Mortalidade - 1985 e 1995

Os coeficientes de mortalidade geral mostram-se mais parecidos quando confrontamos os valores totais. Entretanto, as variações revelam um movimento inverso no Município e no Estado. Enquanto em Uruguaiana ocorria uma queda de 11,2% na mortalidade geral, o Rio Grande do Sul tinha um pequeno crescimento de 6,7% no seu índice.

A Tabela 15 procura dar uma idéia do número de leitos e hospitais em Uruguaiana e Rio Grande do Sul. Fazendo uma comparação em relação à população, encontramos 408 pessoas por leito em Uruguaiana e 291 no Estado. Esta comparação, apesar de ser feita com o número de leitos encontrados em anos diferentes para o Estado e Município (e para a população de 1996 nos dois casos), revela uma grande diferença, desfavorável para Uruguaiana.

Tabela 15-Infra-estrutura de saúde-Uruguaiana (1997) e Rio Grande do Sul (1994)

local	hospitais	leitos
Uruguaiana	3	306
RS	393	33.113

Fonte: Secretaria da Saúde e do Meio Ambiente - 1994
Estudo da Situação do Município - EMATER - 1997

Acrescentamos que Uruguaiana possuía ainda 11 postos de saúde, sendo 4 na zona rural. Estes postos atendem nas áreas de: clínica geral; gineco-obstetra; pediatria; cardiologia; pneumologia; dermatologia; odontologia; otorrinolaringologia; traumatologia e urologia. Uruguaiana apresenta ainda 1 ambulatório noturno, para casos de emergência, e 1 posto do INSS, com atendimento odontológico.

Além destes, o Município em estudo apresentava 3 hospitais, conforme indicado na Tabela 15, com atendimento em diversas especialidades, pagos e por convênios (um dos hospitais pertence à guarnição do Exército).

Em relação ao acesso, principalmente do interior do Município, lemos em EMATER, 1997, p. 31 que este "... é relativamente simples.... Uma pessoa no interior em uma hora no máximo está na sede, podendo ser atendida. O maior problema são baixas hospitalares pela dificuldade de vaga e os exames radiológicos."

A Tabela 16, última desta seção, mostra o número de profissionais ligados à saúde existentes em Uruguaiana.

Tabela 16-Médico, dentistas, psiquiatras e psicólogos em Uruguaiana - 1993

médicos	dentistas	psiquiatras	psicólogos
126	60	3	14

Fonte: Uruguaiana em números - 1994

De um modo geral, apesar de não termos como comparar com o Estado os dados encontrados, parece-nos um tanto elevada a proporção de habitantes por médico em Uruguaiana, em torno de 1.000, acima do mínimo considerado aceitável pelos padrões internacionais.

Em relação aos atendimentos do SUS (Sistema Único de Saúde), Uruguaiana apresentou, em 1996, 10.019 internações, contra 805.562 em todo o Rio Grande do Sul. Estas internações estavam assim



divididas: Clínica médica - 3.954 (39,47%); Obstetrícia - 2.864 (28,59%); Pediatria - 2.214 (22,10%); Cirurgia - 948 (9,46%) e Psiquiatria - 39 (0,39%).

f) Cultura, lazer e turismo - Uruguaiana é um Município muito ligado às tradições e ao folclore do Rio Grande do Sul, sendo, desta forma, os eventos mais importantes aqueles diretamente ligados aos valores culturais gaúchos. Conforme podemos ler no Estudo da Situação do Município, EMATER, p. 5-6, a população de Uruguaiana tem no desfile de 20 de setembro, data comemorativa da Revolução Farroupilha, um dos pontos fortes do seu calendário de eventos cívicos. Existe uma expressiva participação popular nos festejos ligados à Semana Farroupilha, vindo pessoas do interior do Município, e mesmo dos municípios vizinhos, para assistir ao desfile.

Os habitantes têm por hábito frequentar os Centros de Tradições Gaúchas. Estes são em número de cinco no Município: Sinuelo do Pago e Patrulha do Oeste no Distrito sede, Pedro Coutinho em São Marcos, Esteios de Japejú em João Arregui, e Candinho Bicharedo em Plano Alto. Existem ainda diversos piquetes. Como estes muitas vezes têm uma vida efêmera, não existe um mapeamento adequado dos mesmos.

A Califórnia da Canção Nativa, o principal evento de música nativista do Rio Grande do Sul, e o maior do gênero no país, também costuma envolver a participação da população de Uruguaiana. Muitos dos nomes mais importantes da música de expressão nativista foram revelados neste festival.

Entre os eventos não relacionados à tradição gaúcha, o destaque fica com o carnaval de Uruguaiana. Esta costumava ser uma das festas mais importantes e de maior participação popular do Município. Entretanto, a crise que atingiu os arrozeiros acabou por afetar este evento, sendo que hoje o mesmo não costuma despertar o mesmo entusiasmo do passado, quando chegavam a vir turistas da Argentina e do Uruguai para as festividades.

Quanto às práticas culturais relacionadas à prática religiosa, destaca-se a participação nas missas e cultos, bem como em procissões como a de Nossa Senhora do Navegantes, no Rio Uruguai, revelando o elevado grau de religiosidade dos habitantes do Município (EMATER, 1997).

O mais importante centro de lazer de grande porte de Uruguaiana costumam é a Barragem Sanchuri, localiza da cerca de 40 Km da sede do Município. A área da Barragem costuma receber de

8.000 a 10.000 pessoas nos fins-de-semana. A Barragem possui um clube de regatas, restaurantes, camping, chuveiros, quadras, churrasqueiras, iluminação, lava-pratos.

A Pesca da Palometa e eventuais pescarias nos fins de semana, nos diversos rios e barragens do Município são atividades onde participam pessoas do campo e da cidade. Em março ocorre um Torneio Internacional da Pesca da Palometa,

Dentro da cidade existe o Parque Dom Pedro II, conhecido como parcão. Localizado em frente à rodoviária, este parque possui quadras de futebol, vôlei, basquete, espaço para patinação, musculação, atletismo, etc. O Ginásio Municipal fica aí localizado. O exército costuma franquear suas instalações esportivas (quadras, pista atlética, ginásio, etc.) ao público.

No campo, as grandes atrações costumam ser as corridas de cavalo (pencas), onde costumeiramente são feitas apostas. As gineteadas na Festa Campeira e os remates de gado também fazem parte das atividades culturais do interior do Município. Uruguaiana não apresenta grandes atrações turísticas no que se refere a sua paisagem natural. A única exceção é o Rio Uruguai que, entretanto, é pouco explorado.

Os eventos que ocorrem no Município, todavia, costumam atrair turistas. Entre estes podemos citar a Califórnia da Canção Nativa; a Expofeira Agropecuária (onde são feitos leilões das cabanhas); a Festa Campeira Internacional, que ocorre em abril e reúne cavaleiros uruguaios e argentinos (dentro desta festa existem provas de laço, gineteadas e outras); e o Carnaval.

Entre os pontos turísticos propriamente ditos, destacam-se a Ponte Internacional Agustín Justo, escolhida como símbolo de Uruguaiana; o Tênis Clube Rio Branco; a Praça Tamandaré; a Igreja Nossa Senhora do Carmo; a Destilaria Riograndense de Petróleo (1ª refinaria do Brasil), atualmente desativada; o Castelo da Rua XV de Novembro; o Obelisco da Retomada de Uruguaiana e o Centro Cultural de Uruguaiana, que possui em suas dependências um arquivo histórico, um museu com peças do período da Guerra do Paraguai e dos Farrapos, um museu crioulo, com réplica de um bolicho de campanha e de um galpão de estância, e uma biblioteca. De grande importância turística também podem ser citados os elementos arquitetônicos pertencentes ao patrimônio cultural da cidade, tais como: a Praça Barão de Rio Branco; o Prédio da Câmara Municipal; o Prédio do Centro Cultural; a Catedral de Nossa Senhora Santana; o Prédio do Bispado; o Prédio da Prefeitura Municipal; o Prédio da Rua Bento Martins, 2588, esquina com XV de Novembro; o Prédio do Clube Comercial e o Clube Caxeiral.

g) Habitação-O que ressaltamos, em primeiro lugar, é o crescimento nos domicílios, bem superior ao de habitantes. Enquanto a aumento na população de Uruguaiana foi de 28,37%, o número de domicílios neste Município cresceu 45% no mesmo período. No Estado a diferença nas variações foi maior, com 17,6% para a população e 36% para os domicílios.

Na Tabela 17 podemos ver a maior densidade de pessoas por domicílio encontrada em Uruguaiana para os dois anos de censo. O crescimento no número de domicílios, superior à média do Estado, não foi suficiente para que este apresentasse em 1991 uma densidade menor, pois este acréscimo foi mais do que compensado pelo aumento populacional. Este fato fica evidenciado na última coluna, onde a redução no número de habitantes por domicílio acabou sendo menor do que a do Estado.

Quanto aos aspectos gerais da habitação em Uruguaiana, lemos no Estudo da Situação do Município (EMATER, 1997) que "os tipos de habitação encontradas na Sede do Município e nas localidades do interior apresentam uma grande variação, sendo que as habitações mais sofisticadas pertencem aos proprietários que detém melhores condições econômicas e, como não poderia deixar de ser, aquelas moradias de padrão inferior são ocupadas pela camada de população de baixa renda.

**Tabela 17-Domicílios particulares permanentes e habitantes por domicílios
- 1980 e 1991 - Uruguaiana e Rio Grande do Sul**

local	ano	domicílios	variação 1980-1991 (%)	habitantes por domicílio	variação 1980-1991 (%)
Uruguaiana	1980	20.577	-	4,45	-
	1991	29.849	45,06	3,94	- 11,46
RS	1980	1.831.288	-	4,25	-
	1991	2.489.254	35,93	3,67	- 13,65

Fonte: IBGE Censo Demográfico - 1991 - Rio Grande do Sul

No interior do Município são raras as habitações que não apresentem as condições mínimas de habitabilidade em suas atividades. A grande maioria das habitações do meio rural são abastecidas de água proveniente de poços artesianos e possuem instalações sanitárias. Atualmente encontramos alguma moradia do interior que não dispõe deste tipo de instalação, principalmente pelo fato de que surgiram nos últimos anos diversas ocupações irregulares (pessoas que habitam o acostamento de diversas estradas



municipais, aproveitando pequenas áreas para dali tirarem seu sustento). Neste caso, estas habitações não dispõem de luz, água e instalação sanitária.

Em contrapartida, na Sede do Município encontramos uma situação bastante preocupante. Na periferia da cidade onde estão localizadas vilas e favelas que apresentam precárias condições de habitabilidade, sem instalações sanitárias e com as águas servidas a céu aberto. Curiosamente muito dos habitantes destes locais são originários do interior do Município, que abandonaram o campo acreditando que poderiam encontrar melhores condições de vida na cidade."

h) Padrões de renda individual - Existe alguma dificuldade em encontrar dados e informações que possam indicar os padrões de renda individual, ou o nível de vida, existentes em Uruguaiana. Além das tabelas apresentadas, nos valem nesta seção do que foi encontrado na literatura recente disponível.

A primeira tabela a ser analisada é a Tabela 18, que exhibe o rendimento familiar em termos de salário mínimo. Podemos destacar nesta tabela o fato das menores classes de rendimento familiar, de menos de ½ até 1 salário mínimo e sem rendimento, apresentarem um percentual maior em Uruguaiana que no Estado.

De um modo geral, com exceção da faixa de 5 a 10 salários mínimos, e mesmo assim com uma diferença pequena, a renda familiar em Uruguaiana é inferior à média estadual. Como as diferenças apresentadas são muito pequenas, esta tabela não deve ser considerada como prova definitiva de um padrão de renda individual inferior em Uruguaiana.

Todavia, a diferença encontrada na classe das famílias sem rendimento, 0,55 pontos percentuais, representa 29% a mais de pessoas nesta faixa de renda em Uruguaiana.

**Tabela 18-Classes de rendimento nominal médio mensal per capita
em termos de salário mínimo por famílias residentes em domicílios particulares
1991 - Uruguaiana e Rio Grande do Sul, (%)**

local	até ½	½ a 1	1 a 2	2 a 3	3 a 5	5 a 10	mais de 10	sem rendimento	total
Uruguaiana	31,14	26,96	19,78	7,69	5,93	4,61	1,42	2,46	100,00
RS	29,03	25,27	21,59	8,70	6,98	4,54	1,97	1,91	100,00

Fonte: IBGE - Censo Demográfico - 1991 - Rio Grande do Sul

V.5.4-Organização Social

a) *Problemas socioeconômicos* - A economia de Uruguaiiana baseia-se amplamente na agropecuária. Aproximadamente 80% da renda interna depende do setor primário, principalmente do arroz. O setor secundário, predominante no Município, está intimamente ligado ao setor primário, apresentando em relação a este último uma grande dependência, necessitando do crescimento da lavoura (arroz) e da pecuária para alavancar o seu próprio crescimento. Mesmo a indústria, com suas beneficiadoras de arroz, de lã, frigoríficos, curtumes, etc., depende do setor primário para desenvolver-se.

Além disso, a pecuária e da lavoura arroteira não absorverem muita mão-de-obra. A lavoura, principalmente, utiliza muitos trabalhadores eventuais, levando ao desemprego em determinadas épocas do ano.

No interior do Município o êxodo rural surge como a principal preocupação, no que Uruguaiiana não difere dos demais municípios da região. O descaso com os pequenos produtores é apontado como a maior causa deste problema social, que tem reflexos na cidade através da favelização da periferia.

Pode-se dizer que os problemas de Uruguaiiana, fontes das tensões sociais existentes neste Município, decorrem basicamente do êxodo rural e do desemprego. Como o êxodo rural deve-se, na maior parte, ao desemprego no campo, derivado da mecanização, redução da área agrícola e crescente endividamento dos pequenos agricultores, o desemprego surge como o principal fenômeno social que explica as dificuldades que Uruguaiiana enfrenta no campo socioeconômico.

A redução da atividade econômica ligada ao comércio (fruto da paridade cambial e abertura comercial) e às dificuldades econômicas enfrentadas pelos arroteiros, maior fonte de geração de renda municipal, agravaram o problema em Uruguaiiana.

A economia informal, uma alternativa tradicional das pessoas de baixa renda, sofreu uma redução elevada em período recente, também causada pela mudança no câmbio. Além disso, o fim das barreiras alfandegárias tornou desnecessário este tipo de comércio, terminando com o constante trânsito de comerciantes entre os dois países, procurando a melhor oferta, ora em um país, ora em outro.

Isto acabou gerando pobreza e miséria na periferia, mendicância nas ruas da cidade, menores abandonados, favelização, falta de saneamento básico, crianças sem escola, mortalidade infantil, desajustes familiares, crescimento da violência urbana, etc.

b) Movimentos comunitários e forças políticas - Todos os bairros de Uruguaiiana estão organizados em Associações Comunitárias. Estas pertencem ao Conselho Municipal de Associações de Bairros. É a forma oficial de organização das comunidades do Município. Cada uma destas Associações possui uma sede (área física). Os seus dirigentes são eleitos por voto direto, sendo que os mesmo têm voz no Conselho acima citado, onde colocam as reivindicações das comunidades a que pertencem.

As principais ações são nas áreas da saúde e lazer (bailes, festas comunitárias, campanha do agasalho, vacinação, etc.). Além disso, as Associações Comunitárias participam na distribuição das obras e recursos municipais. As comunidades do interior do Município também possuem uma forma de organização similar, estando reunidas em Associações de Moradores. Estas Associações encaminham os problemas das comunidades rurais, buscando soluções. Atuam principalmente na eletrificação rural, abastecimento de água, segurança pública, etc.

As entidades civis de destaque em Uruguaiiana são, de um modo geral, aquelas ligadas à agropecuária, secundadas pelas entidades dos transportadores de carga. Entre estas as que têm uma participação mais significativa são: o Sindicato Rural; a Associação dos Arrozeiros; o Sindicato de Trabalhadores Rurais; Sindicato dos Despachantes Aduaneiros de Porto Alegre (cuja maior atividade encontra-se em Uruguaiiana); a Associação Brasileira dos Transportadores Internacionais - ABTI.

Também podem ser citadas a Cooperativa da Fronteira Oeste de Carnes Ltda; a Cooperativa Agrícola de Uruguaiiana Ltda; a Cooperativa dos Pequenos Produtores e a Associação dos Apicultores, com 62 associados.

As principais lideranças políticas de Uruguaiiana são, atualmente: o Prefeito João Antônio Neito Bonotto (PPB); o Deputado Estadual Caio Repiso Riela (PTB); Frederico Antunes (Diretor da Carteira de Fomento do Banrisul); Nivaldo Soares (Diretor Administrativo da TRENURB, ex-prefeito, ex-deputado estadual); José Schwanck (Presidente da Associação Brasileira dos Transportadores Internacionais - ABTI); e o ex-prefeito, ex-deputado estadual, ex-secretário dos transportes do RS, Antônio Augusto Brasil Carús (PPB).



V.5.5-Infra-Estrutura Básica

a) *Transporte* - Uruguaiana, por localizar-se em uma fronteira internacional, apresenta um tráfego rodoviário intenso, principalmente em relação aos veículos pesados. O Município é o principal ponto de conexão rodoviária entre o Brasil e a Argentina.

O transporte terrestre evoluiu, entre 1983 e 1995, de 604,7 mil toneladas para 4.412,2 mil toneladas, o que significa um crescimento de cerca de 7 vezes no período (Estudo do Porto Seco de Uruguaiana, Engevix). Isto representa um pesado ônus em relação à conservação das estradas locais.

A evolução do fluxo internacional de caminhões em Uruguaiana pode exemplificar este crescimento. Entre 1985 e 1996, este passou de 28.782 para 139.775, o que representa um incremento de praticamente cinco vezes no tráfego de veículos pesados.

O fluxo de veículos particulares, por outro lado, acompanhou o declínio do comércio entre Uruguaiana e Passo de Los Libres. Entre 1995, o fluxo vindo da Argentina era de um quarto daquele de 1985. De outro lado, em 1993 apenas um terço dos veículos particulares saía do Brasil em comparação com 1986.

Podemos inferir que as mudanças econômicas afetaram fortemente o turismo argentino para o Brasil e, adicionalmente, a estabilidade econômica e a paridade cambial tornaram pouco interessantes as viagens à Argentina.

O fluxo de ônibus de turismo permaneceu praticamente estável (entretanto, em 1993 este era: entrada - 3.944; saída - 4.284). Existe uma grande similaridade, em números, entre a quantidade de veículos que passam (saída e entrada) pela fronteira de Uruguaiana.

A infra-estrutura rodoviária propriamente dita mostrava condições inadequadas de conservação. A BR 290, principal via de acesso à Uruguaiana apresentava um pavimento em mau estado, falta de acostamentos, sinalização horizontal e vertical precária, existência de pontos negros de acidentes, mas condições de segurança e apoio aos motoristas. A BR 472 apresentava um pavimento em situação ainda mais precária, com a vida útil praticamente esgotada, encontrando-se em muito mau estado a maioria de seus trechos. Além disso, faltava asfaltamento de 49 Km na ligação entre Quaraí e a BR 290.

Quanto ao transporte ferroviário, Uruguaiana possui em seu território uma linha férrea, Porto Alegre-Uruguaiana, com 684,54 Km de extensão, e um ramal ferroviário, Uruguaiana/Paso de los Libres, com 3,45 Km até o limite internacional.

O transporte fluvial faz-se através do rio Uruguai, no seu cursos inferior, para calados de até 1,50 m. Entretanto, a maior parte da navegação é apenas para travessia.

Uruguaiana é o único Município da região que recebe um linha regular de aviação civil. O piso de 1.500 m de comprimento por 30 m de largura é revestido de asfalto. O aeroporto fica a 6 Km da sede (Oliveira, 1996, p. 47).

b) Abastecimento de água e tratamento de esgotos - Uruguaiana apresenta um perfil predominantemente urbano, o que influencia fortemente o sistema de abastecimento de água do Município. Em 1991 este possuía uma maior proporção de residências ligadas à rede geral (85,3%). O Estado apresentava 72,9% dos domicílios nesta situação. Quanto aos domicílios cujo o abastecimento era feito através de poço ou nascente, Uruguaiana mostrava um percentual de 10,2%, contra 23,3% do Rio Grande do Sul.

A Companhia Riograndense de Saneamento - CORSAN é responsável pelo fornecimento de água potável. A captação é feita no Rio Uruguai, sendo esta água tratada posteriormente.

A CORSAN também é responsável pela coleta e tratamento dos esgotos. Entretanto, apenas a região central da sede do Município era atendida pela rede de esgoto cloacal. A principal característica da rede sanitária em Uruguaiana é a maior proporção da rede sanitária comum a mais de um domicílio, 9,32%, praticamente o dobro daquela encontrada no Rio Grande do Sul, 4,6%. Este fato também caracteriza a maior urbanização em Uruguaiana.

c) Abastecimento e consumo de energia elétrica - Na Tabela 19 Uruguaiana exhibe, em praticamente todos os setores, um crescimento no consumo de energia elétrica acima daquele que ocorreu no Estado. A única exceção é a indústria, onde houve um decréscimo, ao mesmo tempo que o Rio Grande do Sul mostrava uma evolução positiva.

Quanto nos detemos na avaliação dos dados referentes ao consumo de energia elétrica no meio rural, verificamos o grande consumo proporcional deste setor, 43% do total (no Estado era igual a 10,2%). Isso reflete as necessidades da lavoura de arroz, predominante no Município, que requer este

insumo em grande quantidade. Todavia, a proporção no número de consumidores era bem menor, de apenas 4,5%.

**Tabela 19-Consumo de energia elétrica em MWh - 1990 e 1995 -
Uruguaiana e Rio Grande do Sul**

especificação	Uruguaiana			Rio Grande do Sul		
	1990	1995	variação (%)	1990	1995	variação (%)
residencial	44.653	63.331	41,83	3.234.460	4.281.688	32,38
industrial	24.677	22.349	-9,43	4.459.401	5.546.139	24,37
comercial	17.734	26.923	51,82	1.449.681	2.040.168	40,73
s. público	10.091	13.432	33,11	1.055.268	1.356.001	28,50
rural	64.482	93.947	45,69	1.093.003	1.525.184	39,54
outros	-	54	-	167.063	231.438	38,53
total	161.637	220.036	36,13	11.458.876	14.980.617	30,73

Fonte: CEEE - Elementos Técnicos Estatísticos - 1990 e 1995

A energia elétrica de Uruguaiana é fornecida pela CEEE. Existe no Município uma Subestação desta Companhia, além de uma Estação Conversora da Eletrosul. Não existia geração de energia no Município, a não ser em algumas poucas propriedades arroseiras, com geradores à óleo. A energia elétrica do Município vinha principalmente de Itaipú e, em pequena escala, de Alegrete. Praticamente todo o Município é eletrificado, não existindo diferenças entre localidades. 75,5% das propriedades rurais possuíam eletricidade, fruto das necessidades da lavoura orizícola.

d) Comunicações - Conforme podemos ver na Tabela 20, Uruguaiana revela uma menor proporção dos terminais telefônicos residenciais, 53%, em relação ao Rio Grande do Sul, com 60%.

Por outro lado, Uruguaiana apresenta 45% de seus terminais como sendo não-residenciais, tendo o Estado 37,5% de terminais da mesma categoria. Este certamente é um reflexo da maior participação dos telefones comerciais no Município em estudo, fruto do tamanho do setor terciário em Uruguaiana, superior à média do Rio Grande do Sul.

Os terminais telefônicos públicos apresentam um percentual muito aproximado. Adicionalmente, ressaltamos que o total de terminais telefônicos de Uruguaiana é apenas 0,8% do total existente no



Estado, percentual este inferior à participação da população do Município no Rio Grande do Sul, de 1,3%.

**Tabela 20-Terminais telefônicos por categoria - 1995 -
Uruguaiana e Rio Grande do Sul**

categoria	Uruguaiana		Rio Grande do Sul	
	total	%	total	%
residencial	2.749	52,8	384.446	60,4
não residencial	2.334	44,8	238.866	37,6
público	122	2,4	12.803	2,0
total	5.205	100,00	636.115	100,0

Fonte: CRT - Companhia Riograndense de Telecomunicações

Em relação à telefonia rural, existiam em Uruguaiana, 32 telefones via CRT e mais 85 via DENTEL. A estes somavam-se aproximadamente 15-20 telefones clandestinos (EMATER, 1997).

V.5.6-Uso e Ocupação Territorial

a) *Padrões de uso do solo* - A Tabela 21 mostra quais os tipos de uso do solo que apresentam o maior peso relativo em Uruguaiana. No tocante à agricultura, a lavoura de arroz, com 7% da superfície do Município, mostra a mais significativa utilização da área total. Entretanto, a maior participação territorial apresentada, 89%, mostra-se muito agregada, não sendo possível determinar o que é campo nativo e o que é campo cultivado no percentual revelado.

Tabela 21-Distribuição das áreas conforme sua utilização - Uruguaiana

descrição	área	
	ha	%
estradas	2.814	0,49
barragens e açudes	10.160	1,78
rios, arroios, lagos e sangas	4.800	0,84
matarias	2.000	0,35
lavoura de arroz	40.000	6,99
lavoura de soja	120	0,02
lavoura de sorgo	1.200	0,21
lavoura de milho	150	0,03
cultivo de hortifrutigranjeiros	95	0,02
campo nativo e pastagens cultivadas	510.571	89,27
total	571.910	100,00

Fonte: Estudo da Situação do Município - EMATER/RS -
Escritório Regional da Campanha/Bagé -
Escritório Municipal de Uruguaiana - 1997

Em terceiro lugar, com algum destaque, aparece a área utilizada para barragens e açudes, com 1,8% da superfície do Município de Uruguaiana. Ainda neste caso parece haver uma ligação com a atividade de produção primária e o uso do solo.

Nota-se a ausência da área correspondente ao uso do solo urbano nesta tabela. Entretanto, sabemos que o perímetro urbano de Uruguaiana abrange uma superfície de 4.530 ha (45,5 Km²), o que representaria 0,8% do total.

b) Atividades agropecuárias - O destaque evidente é a lavoura de arroz, que possuía em 1995 uma área de aproximadamente 90.000 hectares em Uruguaiana. Isto representava 9% da superfície total dedicada às lavouras de arroz no Rio Grande do Sul. O próprio crescimento que ocorreu entre 1990 e 1995, de 87%, foi muito superior ao do Estado, de 42%.

Quando confrontamos os dados referentes à quantidade produzida, a diferença torna-se ainda maior. Enquanto o Estado teve um crescimento de 58% neste produto agrícola, Uruguaiana apresentou um incremento de praticamente 125% na produção de arroz. Desta forma, o Município em estudo passou de uma participação de 7,5% em 1990, para uma de 10,6% em 1995.

Os resultados anteriores podem ser explicados pelo maior crescimento da produtividade em Uruguaiana. O rendimento médio por hectare no Município subiu 20% no período em estudo, sendo que o Rio Grande do Sul apresentou uma elevação de 11,3%.

Tabela 22-Produção de Arroz - área colhida, quantidade produzida e rendimento médio por ha - 1990 e 1995 - Uruguaiana e Rio Grande do Sul e participação de Uruguaiana no Rio Grande do Sul

produto	especificação	Uruguaiana			Rio Grande do Sul			participação de Uruguaiana no RS (%)		
		1990	1995	variação (%)	1990	1995	variação (%)	1990	1995	variação (%)
arroz	área Colhida (ha)	47.700	89.280	87,17	698.099	988.866	41,65	6,83	9,03	132,13
	quantidade produzida (t)	238.500	535.680	124,60	3.194.390	5.038.109	57,72	7,47	10,63	142,41
	rendimento médio (Kg/ha)	5.000	6.000	20,00	4.576	5.095	11,34	109,27	117,77	107,78

Fonte: IBGE - Produção Vegetal - Culturas Permanentes e Culturas Temporárias - 1990 e 1995

Quanto aos demais produtos agrícolas, com exceção do sorgo, nenhum apresenta uma participação significativa no Estado que justifique algum destaque.

Em relação a pecuária, Uruguaiana mostra um desenvolvimento negativo em todos tipos de rebanhos, conforme podemos ver na Tabela 23. A exceção é o rebanho bubalino, que entre 1990 e 1994 cresceu 135% em Uruguaiana, superando desta forma o Estado, onde o mesmo tipo de criação obteve um acréscimo de 73%. O Município tinha em 1994 uma participação de 14,5% no rebanho bubalino do Estado, a maior proporção entre os tipos de rebanhos existentes naquela localidade.

Tabela 23-Efetivos dos rebanhos - 1990 e 1994 - Uruguaiana e Rio Grande do Sul

especificação	Uruguaiana			RS		
	1990	1994	Variação (%)	1990	1994	Variação (%)
Bovino	445.000	354.735	-20,28	13.715.085	14.556.224	6,13
Suíno	3.160	3.200	1,27	3.744.687	4.181.965	11,68
Equino	16.300	14.100	-13,50	593.555	614.669	3,56
Bubalino	5.516	13.000	135,68	51.879	89.633	72,77
Ovino	840.000	283.321	-66,27	10.648.853	9.711.917	-8,80
Galináceos	82.250	55.450	-32,58	78.665.321	123.507.243	57,00

Fonte: IBGE - 1994

c) Estrutura fundiária - No que diz respeito à estrutura fundiária, as tabelas seguintes procuram revelar a situação encontrada recentemente no Município de Uruguaiana. Infelizmente, não existem dados disponíveis para o total do Rio Grande do Sul no mesmo período, o que impede uma análise mais apurada do significado dos resultados apresentados a seguir.

A Tabela 24 expõe a concentração da terra no Município em estudo. Existe uma maior participação na área total dos estabelecimentos rurais de 1.000 a 10.000 hectares que, no entanto, representavam apenas 8,7% dos imóveis rurais.



Tabela 24-Propriedades Rurais Por Tamanho Em Uruguaiana

classificação	área		imóveis	
	ha	%	número	%
1,0 ha - 10,0 ha	991,3	0,22	189	14,56
10,1 ha - 50,0 ha	7.522,1	1,69	277	21,34
50,1 ha - 100,0 ha	12.821,6	2,88	172	13,25
100,1 ha - 500,0 ha	103.938,5	23,36	407	31,36
500,1 ha - 1.000 ha	99.767,5	22,42	140	10,79
1.000,1 ha - 10.000 ha	219.853,4	49,42	113	8,71
total	444.894,4	100,00	1.298	100,00

Fonte: INCRA/EMATER

Nota-se a pouca participação dos pequenos imóveis rurais, aqueles que possuem de 1 a 10 hectares. Estes tinham apenas 0,22% da área total e 14,5% do número de imóveis.

Os estabelecimentos com maior peso em número de imóveis eram os de 100 a 500 hectares, com 31,4% do total. Este tamanho de imóvel também revelava uma grande participação em relação à área, 23,4%.

VI - ANÁLISE INTEGRADA

A base para a análise integrada deste projeto reside no trabalho já realizado pelo Município de Uruguaiana e a FEPAM quando da definição de uma área de 101 hectares, fora dos limites urbanos da cidade, como distrito industrial.

A escolha levou em consideração a proximidade de importantes vias de acesso, os usos correntes do solo e padrões de crescimento e a adequação da terra. As características específicas do distrito industrial são:

-o distrito está localizado em posição adjacente à BR 472. Esta importante rota de conexão norte-sul liga também a ponte internacional Brasil-Uruguai na Barra do Quaraí com a ponte internacional Brasil-Argentina em Uruguaiana. A partir de Uruguaiana, bens produzidos no sul ou oeste são transportados ao norte do Estado para cidades como São Marcos, Itaqui e São Borja via BR 472. Um importante critério a ser considerado por indústrias que queiram se instalar no distrito é o acesso às principais rotas para distribuição de bens.

-por ter sido localizado fora dos limites da zona urbana, as novas atividades industriais não contribuirão para a congestão na crescente área urbana, reduzindo impactos em estradas e outros tipos de infra-estrutura básica;

-as áreas mais importantes para o desenvolvimento agrícola estão localizadas próximas ao rio Uruguai. Algumas destas áreas são sujeitas a inundações e podem ser empregadas no cultivo de arroz. Em algumas áreas localizadas ao sul da cidade, o solo é bom o suficiente para suportar produção agrícola. Sondagens de solo, executadas no sítio definido para a implantação da usina, indicaram que a área do distrito industrial apresenta uma camada de solo relativamente rasa que cobre extensas formações basálticas.

Baseado nestas considerações, e também no fato de que não existem recursos ou áreas protegidas, o distrito industrial foi criado em 1995.

A usina térmica proposta aqui corresponde ao segundo empreendimento industrial a ser implantado no distrito e seu desenvolvimento naquele local é consistente com a intenção imediata de promover o desenvolvimento industrial de Uruguaiana.

A implantação da usina trará como benefício indireto imediato a atração de outras indústrias para o local e contribuirá para o desenvolvimento de Uruguaiana que é buscado com o estabelecimento do distrito industrial.

A usina termelétrica proposta, usando gás natural como combustível primário, constituir-se-á em uma “instalação limpa” tendo em vista dois aspectos básicos que são a escolha do combustível e os vários aspectos do projeto. A região prevista para a instalação de empreendimento é relativamente isenta de poluentes aéreos e a operação da usina não contribuirá para qualquer mudança significativa na qualidade do ar local.

O rio Uruguai, juntamente com o aquífero Botucatu estão sendo considerados como fonte de água para a usina. Ambas fontes correspondem a recursos fortes e perenes e o emprego de qualquer um dos dois para abastecimento não impactará outros usos correntes destas fontes. Todos os outros recursos físicos e biológicos existentes no sítio são de importância limitada e consistente com a análise que foi realizada como parte da identificação do distrito industrial.

A planta foi projetada para atender à legislação aplicável às emissões aéreas, ao lançamento de efluentes líquidos e ao nível de ruído associado ao projeto. A principal medida mitigadora que não faz parte do projeto da usina propriamente dito mas faz parte dos planos do projeto, é a provisão de alojamento temporário para os trabalhadores envolvidos na construção.

O alojamento será localizado fora da zona urbana de Uruguaiana e os trabalhadores serão transportados de ônibus até o local da usina. Esta constituir-se-á em uma importante medida de mitigação de uma variedade de impactos sócio-econômicos potenciais, que de outra forma estariam associados ao período de dois anos necessários à construção da usina.

A análise cumulativa dos impactos potenciais associados ao projeto foi limitada devido à ausência de outros projetos nas imediações da área proposta para instalação da usina e também devido ao fato de não existir previsão para instalação de grandes projetos na região.

Os empreendimentos considerados e que serão discutidos não correspondem a grandes fontes estacionárias de poluentes aéreas e tampouco usam e descarregam quantidades apreciáveis de água. Seus períodos de construção não deverão coincidir com o desenvolvimento deste projeto e as quantidades de mão-de-obra operacional serão relativamente pequenas. A ausência, na região, de projetos similares ao da UTE Uruguaiana que poderiam trazer efeitos similares e/ou demandar paralelamente recursos limitados, determina, deste modo, que não existe a necessidade de desenvolver um estudo de impacto cumulativo.



A inter-relação entre emissões aéreas e seu impacto potencial sobre os solos, vegetação e a ecologia em geral é importante. A consideração desta interrelação é evidente quando se considera os padrões secundários que a legislação brasileira estabeleceu, com níveis definidos para proteger “a vida humana e o ambiente natural”.

Na análise que será apresentada no Capítulo VII, a seguir, é dada atenção específica às emissões aéreas, suas dispersões e subsequente deposição sobre os solos e recursos hídricos. Avaliou-se como estas deposições afetariam as plantas - especialmente aquelas de interesse especial - , répteis e mamíferos - com especial atenção às espécies protegidas - e os recursos aquáticos. Os resultados mostraram que os efeitos sobre aqueles indicadores é insignificante. Os efeitos são mínimos devido a dois fatores básicos que são a natureza de queima limpa do combustível primário da usina e também devido ao fato de que a região onde a usina será localizada não apresenta recursos de especial significado.

VII - IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

VII.1-Introdução

A avaliação dos impactos ambientais objetiva a apresentação da análise dos prováveis impactos decorrentes da implantação, operação e desativação da Usina Termelétrica a gás natural de Uruguaiana sobre os meios físicos (ar, água, solo), biológico (flora e fauna) e sócio-econômico.

O provável impacto da proposta usina elétrica aos recursos físicos, biológicos e sócio-econômicos tem sido avaliados para construção e operações.

Os resultados das análises são apresentados por recursos mas, uma aproximação comum tem sido utilizada para todas as disciplinas. Especificamente, a análise de impacto tem identificado efeitos diretos, indiretos e cumulativos do projeto. E, estes são comparados aos níveis regulatórios, quando em existência, com a intenção da identificação desses efeitos serem ou não considerados significantes, portanto, requererem o desenvolvimento de medidas mitigadoras.

Em termos gerais, a usina foi projetada de acordo com todos os limites regulatórios, atendendo às boas práticas ambientais nas questões de recursos não regulados especificamente. Ao se conduzir a avaliação de impactos, o objetivo têm sido o de se responder a sete questões básicas:



1) Como e Qual? Quais componentes do projeto resultam em modificações de vários recursos? Nos casos em que a informação é incompleta ou não disponível, hipóteses simplificadoras são introduzidas para que se possam produzir uma análise do provável pior caso

2) Quanto? Quando possível os impactos são quantificados. Modelos conhecidos podem, quando disponíveis, serem empregados ou, cálculos providenciados para se demonstrar como as estimativas foram geradas.

3) Quando e pôr quanto tempo? Caso ocorram variações ocasionadas pelas estações, estas serão identificadas e estimadas separadamente.

4) Onde? Quando impactos possam vir a ocorrer fora do local, os lugares são identificados e os impactos determinados até o ponto de não mais serem significativos.

5) Quanto possível? A probabilidade da ocorrência de um impacto pode ser importante ao se determinar se ele é ou não significante.

6) Significado? O primeiro teste de significado é a obediência a um limite regulatório ou a uma restrição. Este proverá uma base sistemática para que se possa determinar quantitativamente as bases para a significado. Se o impacto exceder a estas bases, ele é considerado significativo. Na falta de regulamento, regras aceitas usualmente para a pratica ambiental são postas em uso para que se determine as bases para o significado.

7) Como saber? O processo seguido na análise precisa ser documentado através de referências feitas aos modelos utilizados, às referências bibliográficas e através de discussões da metodologia usada.

As próximas seções apresentam avaliações de impacto para o projeto proposto, na mesma ordem em que o Diagnóstico Ambiental foi apresentado. O tempo de discussão compara-se ao significado do impacto. Aspectos irrelevantes, não vitais ao entendimento dos significantes aspectos associados à planta e/ou ao meio ambiente não são discutidos. Informações técnicas detalhadas são apresentados como apêndices.

VII.2-Meio Físico

VII.2.1-Clima e Condições Meteorológicas

Muitas pesquisas tem sido conduzidas, indicando que gases provenientes do efeito estufa, emitidos pela combustão de combustíveis fósseis estão contribuindo para o aumento de temperatura na

superfície da terra ou aquecimento global. Além disso, as estatísticas mostram que, apesar dos esforços de varias nações industrializadas, emissões de gases do efeito estufa estão crescendo mundialmente (Banco Mundial, 1997). A emissão de gás do efeito estufa que mais contribui para o aquecimento global é o dióxido de carbono - CO₂.

A emissão de gases associados ao efeito estufa provenientes da combustão de gases naturais são menores que emissões provenientes da combustão de óleo destilado, que, por sua vez, são menores que aquelas associadas à combustão de carvão. As emissões de CO₂ oriundas da UTE de Uruguaiana, queimando gás natural ou óleo, foram calculadas e comparadas com emissões de carvão betuminoso. As emissões de CO₂ da planta proposta aqui são apresentadas abaixo, em lb/MMBtu (HHV), assumindo-se que as turbinas de combustão operem a 100% de carga a uma temperatura ambiente de 20°C.

- CO₂ emissões aquecendo gás natural: 117 lb/MMBtu;
- CO₂ emissões aquecendo óleo destilado: 157 lb/MMBtu;

Em comparação, as emissões de CO₂ proveniente de carvão betuminoso são:

- Emissão de CO₂: 198 lb/MMBtu

De acordo com o Banco Mundial (1997), o aumento das emissões associadas ao efeito estufa pode ser reduzido através de rígido controle centrado na conservação de energia. No que diz respeito ao fornecimento de combustível, o meio mais efetivo de se alcançar a redução no crescimento de emissão de gases do efeito estufa é o de se substituir as menos eficientes usinas termelétricas a com carvão e óleo por usinas térmicas que operem em ciclo combinado queimando gás natural. O projeto da UTE de Uruguaiana está de pleno acordo com esta diretriz do Banco Mundial.

VII.2.2-Qualidade do Ar

VII.2.2.1-Sumário

As emissões de poluentes aéreos são geradas durante o período de construção da planta, principalmente devido às atividades de movimentação de terra. Durante a operação, por outro lado, o uso de gás natural minimizará emissões de poluentes aéreos. Entretanto, o óxido de nitrogênio - NO_x, o monóxido de carbono - CO e material particulado - MP serão emitidos pelas chaminés de duas caldeiras de recuperação de calor - HRSG como resultado da combustão de gás natural nas turbinas. Pequenas

quantidades de partículas serão também serão emitidas pelo circuito fechado de torre de refrigeração, usada para condensar o vapor produzido em nas caldeiras.

A planta disporá ainda de um tanque para armazenamento de 2.000.000 de galões de óleo destilado que poderão ser empregados na alimentação das turbinas de combustão, por um período de 3 a 5 dias, em casos de emergência, como por exemplo, na interrupção do fornecimento de gás natural. Ocorrerá a emissão de aproximadamente de 1 a 2 toneladas/ano de compostos orgânicos voláteis destes tanques. Não haverá nenhuma outra fonte de poluentes da instalação proposta.

As emissões de poluentes aéreos associados à planta proposta estarão de acordo com os limites de emissão definidos pela legislação Brasileira e também pelo Banco Mundial. As concentrações prognosticadas de poluentes ambientais quando somadas às concentrações de segundo plano, estarão também de acordo com os padrões exigidos. As emissões da usina elétrica não produzirão nenhum efeito no solo, na vegetação, em regiões de colheita ou sobre o gado. As emissões da usina apresentarão pouco ou nenhum efeito sobre as concentrações locais de ozônio, uma vez que a área é rural, e também devido ao fato de que não há nenhuma fonte de componentes orgânicos voláteis ou óxidos de nitrogênio região que poderiam interagir com as emissões da usina para formar ozônio. As concentrações de ozônio são provavelmente muito baixas porque há poucas fontes de combustão a montante da direção predominante dos ventos (leste-oeste) em Uruguaiiana.

Impacto Associado à Construção da Usina e Medidas Mitigadoras

A fase de construção física do projeto UTE Uruguaiiana terá a duração de aproximadamente 24 meses. As emissões aéreas resultantes das atividades de construção são de natureza temporária e intermitente. Durante a fase de construção, as emissões poluentes no ar serão constituídas de partículas fugitivas resultantes de movimento de terra e tráfego de veículos, erosão de superfícies de solo expostas ao vento, emissões de veículos em operação e maquinaria pesada, equipamentos movidos a motor, e componentes orgânicos voláteis de tintas, solventes e asfaltos.

As atividades associadas à limpeza do local, movimento de terra, corte e aterro e atividades de nivelamento ocorrerão durante os primeiros quatro meses de construção, quando o local o sítio é preparado para a construção das instalações físicas principais (que abrigarão turbinas de combustão, e caldeiras de recuperação de calor) das vias de acesso e do estacionamento). Durante os seguintes 20 meses, ocorrerão apenas operações de nivelamento visando ao paisagismo do sítio.

A pavimentação e/ou adição de cascalho às vias de acesso e estacionamento e as operações de paisagismo e implantação de cinturão verde, controlarão a erosão incidental devido à ação do vento de materiais particulados durante os últimos estágios do projeto.

As fontes locais de tráfego incluem trabalhadores transitando em veículos particulares para a área de estacionamento do local, veículos de entrega, operações na obra de equipamentos elétricos e veículos como moto-niveladoras, guindastes e caminhões.

Tintas e solventes de limpeza serão usados primordialmente durante as últimas fases do projeto, quando as estruturas estiverem prontas e os equipamentos são pintados, ou quando os equipamentos mecânicos e componentes são montados e limpos.

A pavimentação da área de estacionamento e das vias de acesso podem ocorrer durante o início da construção até as fases intermediárias do projeto e, os trabalhos finais de pavimentação, durante a fase final.

-Controle e Deposição de Emissões na Fase de Construção

As emissões produzidas pelas atividades de construção do projeto, serão controladas por diversos meios. Estradas sem pavimentação e superfícies de terra, serão umedecidas para controlar-se o pó gerado por veículos e equipamentos. Os veículos da obra serão limpos para se minimizar o transporte de partículas. Tintas e solventes serão armazenados, manuseados e usados ou aplicados de acordo com as regras aplicáveis, e as boas práticas de gestão visando minimizar a evolução incidental de componentes voláteis.

-Dispersão e Destino das Emissões na Fase de Construção

Todas as emissões associadas às fases de construção, serão liberadas no nível do solo. As partículas serão rapidamente removidas do ar por deposição física direta, e, não serão transportadas a distâncias significativas. Emissões gasosas podem ser dispersas pelo vento. A direção predominante dos ventos na região ocorre no sentido leste-oeste e o sítio é separado das zonas urbanizadas de Uruguaiana por pelo menos 5km.

Impactos Operacionais e Mitigação

-Introdução

A usina consistirá de duas turbinas Westinghouse, modelo 501F, que queimarão gás natural e operação ciclo combinado. O gás de combustão das turbinas será usado para acionar um gerador elétrico. O calor gerado será recuperado em uma caldeira de recuperação de calor - HRSC para produzir vapor. A caldeira de recuperação poderá ser aquecida suplementarmente com gás natural com o objetivo de aumentar a quantidade de vapor produzido. O vapor gerado alimentará um conjunto turbina/gerador para produzir eletricidade adicional. Depois de passar pela HRSG, os gases de combustão serão emitidos à atmosfera através de chaminés de 45,7 m de altura. A planta apresentará duas chaminés associadas às caldeiras de recuperação de calor, uma para cada turbina de combustão.

Quando a planta iniciar sua operação, a usina deverá operar em modo ciclo simples por um período de quatro meses, período em que a construção das HRSG será concluída. Durante este período, as instalações queimarão somente gás natural. Na operação em ciclo simples, os gases de combustão das turbinas serão usados para acionar um gerador elétrico. Os gases de combustão serão emitidos à atmosfera através de chaminés de 31m de altura, sendo uma chaminé para cada turbina de combustão. Uma vez a construção das HRSG esteja completa a operação em ciclo combinada será iniciada.

-Controle de Poluentes Aéreos e Emissões

O projeto da UTE de Uruguaiana, para operação em ciclo combinado, está classificada entre uma das mais limpas do mundo, devido ao uso de gás natural como combustível primário e ao uso óleo destilado, de baixo teor de enxofre, em emergências. Combustores do tipo “dry-low NO_x serão usados quando gás natural estiver sendo queimado e a Westinghouse garante um níveis de emissões, para NO_x, da ordem de 125 mg/Nm³ seco (a 15% de O₂). A legislação brasileira não estabelece limites de emissão para NO_x quando da queima de gás natural. Estas emissões, entretanto, estão de acordo com os limites estabelecidos pelo Banco Mundial.

Nos casos de emprego de óleo destilado, o controle das emissões de NO_x se dará pela injeção de água e a Westinghouse garante níveis de emissão de NO_x da ordem de 165 mg/Nm³ seco (a 15% de O₂). Da mesma forma, a legislação brasileira apresenta limites de emissão de NO_x para equipamentos que queimem óleo. Mais uma vez, estas emissões estão de acordo com os limites estabelecidos pelo Banco Mundial.



O gás natural contém apenas traços de enxofre. O uso de gás natural corresponde ao melhor controle tecnológico disponível para se minimizar emissões de SO_2 . Durante emergências, as turbinas de combustão serão projetadas para operarem com óleo destilado de baixo teor de enxofre ($\leq 0,5\%$ de enxofre). Empregando-se óleo destilado com $0,5\%$ de enxofre, as emissões de SO_2 serão consideravelmente mais baixas que os limites estabelecidos pela legislação brasileira e pelo Banco Mundial.

Devido à natureza de queima limpa a ser empregada na usina, que operará em ciclo combinado, equipamentos para abatimento de material particulado tais como filtros e precipitadores eletrostáticos são desnecessários. O método mais rígido para o controle de emissões aéreas consiste da adoção de combustíveis com baixos teores de cinzas, como é o caso do gás natural óleos destilado de baixo teor de enxofre.

Quanto a material particulado, as emissões associadas à queima de gás natural serão inferiores ao limite brasileiro que é de $120 \text{ g/milhão de KCal}$ de “heat input” e também menores que o limite estabelecido pelo Banco Mundial que é 50 mg/Nm^3 . Por outro lado, quando da queima de óleo destilado leve durante situações de emergência, as emissões de partículas consistirão de cinzas de combustível, pequenas porções de ácido condensado, sulfato, nitratos e traços de chumbo e cádmio.

O método de amostragem de chaminés, a ser usado como base para se verificar o atendimento aos padrões brasileiros não é definido pela legislação. Entretanto, a Resolução N° 8, que estabelece limites para emissões de material particulado, foi promulgada em 1990 e naquela época, a maioria dos países baseavam os limites de emissão de MP na captura de partículas filtráveis usando o Método 5 da EPA (“Reference Stack Test Method 5”) ou equivalente. As emissões de MP associadas à UTE Uruguaiana garantidas para atender aos limites brasileiros são baseadas no método 5B da EPA para compostos filtráveis, excluindo-se “mist” de ácido sulfúrico. Quanto ao modelo de dispersão, as emissões de MP foram consideradas como iguais às emissões de MP_{10} - uma consideração conservativa.

Quando da queima de óleo destilado com baixo teor de enxofre, as emissões de material particulado poderão vir a ser levemente superiores ao padrão estabelecido pelo Banco Mundial que é de 50 mg/Nm^3 , baseados no método da captura de partículas filtráveis e partículas condensáveis (neste caso incluindo o “mist” de ácido sulfúrico), especificados pelo Banco Mundial (Setembro/1997). A AES Brasil baseia suas garantias de emissão adotando-se o método “U.S. EPA Reference Stack Test Method 5B”.

Em seu documento Diretrizes para Usinas Termelétricas (setembro/1997), o Banco Mundial especifica que os limites dessas emissões devem serem respeitados em pelo menos 95% do tempo em que a usina ou unidade estiver em operação. Uma vez que o óleo destilado será queimado somente em situações

de emergência, e que os limites de emissão do Banco Mundial serão respeitados quando da queima de gás natural, os padrões de emissão definidos pelo Banco Mundial serão observados. As emissões de MP pelas chaminés das caldeiras de recuperação de calor - HRSG também atenderão aos limites estabelecidos pela legislação brasileira que é de 120 g/milhão de Kcal de “heat input”.

Ocorrerá também a emissão de partículas na forma de gotas da torre de resfriamento que escapam para a atmosfera através do exaustor da torre. O método de controle mais rígido disponível consiste do emprego de eliminadores de gotas. Este sistema controla emissões através da eliminação das gotículas presentes na corrente de ar antes que atinjam o ponto de exaustão da torre. As emissões máximas de partículas e de MP₁₀ das torres de resfriamento serão da ordem de 34,4 lb/h e 0,9 lb/h, respectivamente.

As emissões de MP₁₀ correspondem somente a uma pequena parcela - 2,5% do total das emissões de MP uma vez que a parte das partículas são grandes.

O monóxido de carbono - CO é formado como resultado da combustão incompleta do combustível. A formação de CO é controlada através da adoção de adequado tempo de permanência do combustível e da manutenção de altas temperaturas nas turbinas de combustão, fatores que somados asseguram combustão completa. Este método, considerado como o melhor controle tecnológico disponível, será aplicado na UTE de Uruguaiana.

Os componentes orgânicos voláteis - COV resultam de uma combustão incompleta de constituintes orgânicos no combustível, similarmente aos casos em que ocorre a formação de outros componentes. A quantidade de COV produzida é uma função da disponibilidade de oxigênio (excesso de ar), temperatura da chama, projeto do equipamento e turbulência. O uso de controladores de combustão adequados, propostos neste projeto, também são considerados melhor controle tecnológico disponível.

Um tanque do tipo de telhado fixo, com capacidade para dois milhões de galões, será instalado no local, para o armazenamento de óleo destilado. O emprego de tanques do tipo telhado fixo é considerado uma boa prática de engenharia devido à pequena pressão de vapor apresentada por este combustível.

As emissões de poluentes aéreos associados à UTE de Uruguaiana estarão de acordo com os limites brasileiros e os do Banco Mundial para todos os casos possíveis quando da queima de gás natural e óleo destilado.

-Boa Prática de Engenharia para Análise da Altura de Chaminés

A boa prática de engenharia quanto a alturas de chaminés define que a altura necessária é aquela que assegure que as emissões das chaminés não resultem em concentrações excessivas de qualquer

poluente aéreo nas áreas imediatamente vizinhas das fontes como resultado de precipitações, turbilhonamentos e ondas que possam ser criadas pela própria fonte, estruturas ou obstáculos de relevo vizinhos, (US EPA 1985).

Tanto a altura como largura de uma estrutura são determinadas a partir da área frontal da estrutura projetada em um plano perpendicular à direção do vento. Em todos os casos, a fórmula para cálculo da altura de chaminé é baseada na projeção plana de qualquer prédio vizinho que justifique a maior altura. Por razões de determinações da máxima fórmula de altura, **vizinho** será definido como as cinco alturas ou larguras a jusante na direção predominante do vento a partir do limite da estrutura.

A uma altura de 18,3m, a HRSG será a estrutura mais alta do local. Entretanto, a altura a ser adotada na modelagem, tal como definida pelo Banco Mundial (1997) será de 45,7m.

-Modelagem de Dispersão do Ar

A modelagem de dispersão do ar foi conduzida com o objetivo estimar-se as concentrações de poluentes aéreos na área de Uruguaiiana após a entrada em operações usina. Um modelo de dispersão é um conjunto de algoritmos matemáticos que estimam as concentrações de poluentes ambientais no nível do solo a jusante da fonte.

Os modelos possuem vários modos de refinamento. Existem os modelos de **escolha** e os modelos **refinados**. Os modelos de escolha são, geralmente conservadores pois, em outras palavras, prevêem concentrações de poluentes aéreos ao nível do solo em concentrações maiores do que as esperadas em uma medição. Suas vantagens estão relacionadas basicamente à facilidade de uso, pois requerem um mínimo de inserção de data. Os modelos de escolha são empregados mais frequentemente, na identificação dos piores casos de condições de operação de uma fonte nova.

Os piores casos de condições de operação são aqueles que produzem as maiores concentrações de poluentes ao nível do solo. Considerando-se que emissões de poluentes na proposta usina elétrica podem variar por, capacidade, temperatura ambiente e pela operação em ciclo simples ou combinados, será de muita ajuda a determinação de quais as condições que produzem maiores impactos. Modelos de escolha requerem somente um conjunto de condições meteorológicas e receptores de elevações terrenas para um pior caso. O modelo calcula a concentração de poluentes que representa uma concentração média de uma hora. O modelo atinge este resultado, ao assumir direção e velocidade de vento normal e constante, e, estabilidade atmosférica para aquela período.

Os modelos **refinados**, por outro lado, requerem observações meteorológicas horárias e um completo quadro de receptores e alturas associadas. Os modelos refinados podem calcular concentrações de poluentes para uma área traçada completa para cada hora do ano. Os modelos refinados são melhores para a simulação da física das dispersões atmosféricas. Como resultado, eles prevêm concentrações de poluentes a nível do solo de maneira mais realística. Uma vez identificado o pior caso pelo modelo de **escolha**, o modelo refinado será empregado para prever as concentrações de poluentes ao nível do solo com a intenção de se demonstrar o atendimento a um determinado padrão de qualidade do ar.

A modelagem de dispersão foi executada empregando-se o método “U.S. EPA's Industrial Source Complex Model (ISCST3, Version 96113)” para o cálculo de máximos impactos de emissões de SO₂, NO, MP e PM₁₀ da UTE Uruguaiana. O método ISCST3 foi inicialmente empregado em um modelo de escolha usando-se os o pior caso de condições meteorológicas para se modelar vários cenários de capacidade e temperaturas ambientais, afim de se identificar os cenários dos piores casos de operação, responsáveis pela produção das maiores concentrações de poluentes ambientais ao nível do solo. Este modo de pior caso operacional, foi então alimentado no ISCST3 em uma análise de modelo refinado utilizando-se de dados obtidos em Paso de Los Libres a partir de observações meteorológicas medidas ao longo de um ano, diariamente, e complementados por informações obtidas junto ao aeroporto de Uruguaiana.

Embora o “layout” da usina seja constituído de duas chaminés para operação em ciclo simples e duas chaminés das caldeiras de recuperação de calor - HRSG, o modelo foi desenvolvido, assumindo-se somente uma chaminé de ciclo simples e uma chaminé da HRSG com a taxa de emissão duplicada para cada poluente para compensar o uso de duas chaminés.

a) Análises de Modelos de Escolha

No modelo de escolha ISCST3, um pior caso de perfil de terreno foi desenvolvido pela seleção da maior altura de terreno para uma dada distância de ângulo de desvio (limitados pela metade da distância entre os mais próximos receptores, tanto os ângulos descendentes com ascendentes da fonte) por um ângulo completo de 360 graus em volta da localização da chaminé. Como costumeiramente, quando um modelo de escolha é empregado, os receptores foram analisados por uma linha reta, paralela à direção do vento. O terreno da área é relativamente plano. As alturas do terreno não alcançam os 45,7m da chaminé da HRSG até 13 km à leste desta. Os receptores foram espaçados por ângulos descendentes em intervalos

de 200m para até 1900m; em intervalos de 500m para até 4000m e a intervalos de 1000m para até 10.000m.

A comparação das duas tabelas indica que as estimativas para as concentrações ambientais durante as operações de ciclo simples são consideravelmente inferiores às obtidas para operação ciclo combinado. Isto é devido à temperatura da chaminé, velocidade de saída do gás e a resultante velocidade ascendente das turbinas que, quando operam ciclo simples, são bem superiores do que quando operam em ciclo combinado. Portanto, somente o modo cíclico combinado foi modelado nas análises refinadas usando-se somente um ano de dados meteorológicos.

O cenário para a turbina de ciclo combinado a 100% de capacidade, queimando óleo Tipo 2, a uma temperatura ambiente de 86°F como sendo determinado o pior caso para se modelar a curto prazo as concentrações de SO₂ e NO₂. O cenário para a turbina de ciclo combinado a 50% de capacidade de queima de óleo Tipo 2 a uma temperatura ambiente de 68°F foi determinado como sendo o pior caso para se modelar a curto prazo as concentrações de MP e MP₁₀. No caso do emprego de gás natural para turbinas operando em ciclo combinadas, a uma capacidade de 100%, com queimadores a uma temperatura ambiente de 86°F determinado como sendo o pior caso para modelos refinados a longo prazo quanto aos de impactos de SO₂, NO₂ e MP/MP₁₀.

b)Análise do Modelo Refinado

Visão Geral

O modelo refinado foi trabalhado para o pior caso de condições de capacidade identificado na análise do modelo de escolha. Um ano inteiro de dados meteorológicos foi processado. Uma rede polar (circular) de receptores foi desenvolvida para as mesmas distancias na direção do vento usados na análise da modelagem por escolha. Os receptores foram colocados ao longo de pontos radiais a cada 10 graus.

As chaminés das turbinas de combustão serão as únicas fontes de emissões de SO₂ e NO_x da instalação. Os impactos associados às emissões de partículas foram avaliadas através da modelagem das chaminés das turbinas de combustão e da torre de resfriamento.

Dados Meteorológicos

Os dados meteorológicos foram coletados ao longo de um ano e processados para uso na análise do modelo de ISCST3. Empregou-se também observações horárias da superfície para o período



compreendido entre 1/6/1996 e 31/5/1997. A cidade de Paso de Los Libres, na Argentina foi usada como fonte primária de observações da superfície, tendo em vista a disponibilidade de observações diárias, 24 horas por dia. Dados obtidos junto ao aeroporto de Uruguaiana foram também empregadas nos casos em que faltavam dados de Paso de Los Libres. As alturas diferenciadas de Buenos Aires foram usadas para o período compreendido entre 1/6/1996 e 31/12/1996. Uma vez que as alturas diferenciadas do ano de 1997 não eram disponíveis, a média de alturas diferenciadas das estações da manhã e da tarde foram calculadas através das alturas diferenciadas existentes para o ano de 1996 e empregadas como alturas diferenciadas para 1997. O modelo U.S. EPA PCRAMMET, versão 95300, foi empregado para converter observações horárias de superfície, de temperatura, velocidade do vento, como também a média de alturas diferenciadas para manhãs e tardes em um formato próprio para uso com o ISCST3.

O PCRAMMET utiliza dados horários de velocidade de vento e de cobertura de nuvens para produzir valores de estabilidade atmosférica (estimativa da quantidade de turbulência horizontal e vertical).

Fontes Vizinhas de Emissões de Ar

A única fonte significativa em um raio de 3 km da usina corresponde à usina de asfalto e de extração de basalto localizada no lado norte da rodovia BR 472. Operações da usina e as taxas de emissões já foram apresentadas anteriormente no diagnóstico ambiental. As operações da usina de asfalto foram modeladas como fonte de MP/MP₁₀ e SO₂. O SO₂ é emitido pela queima de combustível em operações secas. Na modelagem das emissões da usina, foi assumido que as detonações ocorrem no fundo da pedreira, e que 50% do MP gerado permanece dentro da área da pedreira.

Modelagem da Deposição e do Impacto dos Compostos de Enxofre e Nitrogênio no Ecossistema

A maioria dos poluentes do ar são removidos da atmosfera, seja pelo transporte para a vegetação, solo ou água através de deposição ou pela transformação química para outro componente. A deposição pode ser seca ou úmida. A deposição seca é o processo através do qual o poluente permanece na superfície do solo ou da vegetação após passar por uma dispersão atmosférica. A deposição úmida, por outro lado, ocorre como resultado da precipitação. Um exemplo de transformação química é a conversão de NO_x e componentes orgânicos voláteis em ozônio. Este processo ocorre na direção do vento em períodos da ordem de 6 a 24 horas ou maiores.

Nos processos de deposição seca, as partículas maiores (> 20 microns) alcançam o solo por simples deposição. As partículas associadas às perdas da torre de resfriamento apresentam, como regra,

tamanhos >20 microns. As partículas geralmente atingem o solo a poucos metros da fonte. Tendo em vista, a adoção de eliminadores de gotas, as perdas da torre relativamente pequenas. As partículas emitidas das turbinas de combustão, por outro lado, são todas menores do que 20 microns. Estas pequenas partículas atingem o solo devido à turbulência atmosférica e, são removidas através de processos de deposição. Como será mostrado na próxima seção, as concentrações de MP e MP₁₀ no solo resultantes das emissões da usina, correspondem somente a uma pequena fração dos limites estabelecidos pela legislação brasileiros e pelo Banco Mundial. Concluindo, a questão da deposição de partículas não é significativa e não será, portanto, considerada nesta análise.

Deposições de longo prazo associadas aos compostos de enxofre e nitrogênio resultantes da combustão de combustível fóssil podem, caso ocorram em quantidades apreciáveis, reduzir o pH do solo e da água prejudicando o ecossistema local devido à remoção de íons base do solo. Esta remoção causa mudanças na solução do solo e aumentando, por consequência, a remoção de nutrientes do ecossistema.

Um exemplo desta situação corresponde à remoção de alumínio das rochas e dos solos. Caso presente em altas concentrações, o alumínio pode se tornar tóxico para animais e peixes. A UTE de Uruguaiana emitirá somente traços de compostos de enxofre uma vez que o gás natural, essencialmente não contém enxofre. A deposição de enxofre, portanto, não foi considerada.

Nitrogênio será emitido pela usina sob as formas de monóxido - NO e dióxido - NO₂. Os óxidos de nitrogênio são precursores tanto de deposição ácida como para ozônio, sendo os dos quais responsáveis por danos causados à vegetação (Banco Mundial, 1997). Ao contrário de enxofre, o nitrogênio é usado pelo ecossistema e não se acumula no solo. Na realidade, o nitrogênio é um dos principais componentes de fertilizantes. Existe muito pouca evidencia de as plantações sejam afetadas pela precipitação de nitratos (Banco Mundial, 1997). Nos casos em que a deposição de nitrogênio é muito alta, os sistemas biológicos não conseguem absorver quantidades que passam então a saturar o ecossistema. Nestes casos, o pH é diminuído e, por consequência, nitratos e metais traços passam a ser lixiviados pelo solo.

Uma análise foi conduzida com o objetivo de quantificar-se a deposição total de nitrogênio nas redondezas do sítio visando a determinação do potencial de mudança do pH do solo. Estimou-se que o pH do solo não deverá ser afetado e concluiu-se que a deposição de nitrogênio associada a operação da usina não afetará o solo e tampouco a agricultura da região. Os detalhes dos cálculos são apresentados no Apêndice 3 do EIA. Adotando-se um procedimento de escolha, aprovado pelo U.S. EPA, estimou-se a contribuição da usina quanto às concentrações ambientais ozônio.

Finalmente, como parte da modelagem refinada da concentração de poluentes ao nível do solo, efetuou-se comparações das estimativas totais para NO₂, SO₂ e concentrações de ozônio quanto aos limites máximos permissíveis sobre plantações e vegetais.

Resultados da Modelagem Refinada

a) Atendimento qualidade ambiental do ar

A Tabela 25 apresenta os resultados da modelagem de chaminé da turbina de ciclo combinado e da torre de resfriamento da UTE. Os resultados são apresentados quanto aos poluentes NO₂, SO₂, MP e MP₁₀. Um monitoramento da concentração de fundo, representativo da área de instalação da usina, foi adicionada à concentração máxima modelada. As concentrações são então comparadas com os limites ambientais brasileiros e com os do Banco Mundial. Como mostrado na tabela, as concentrações totais para todos os quatro poluentes estão bem abaixo de ambos conjuntos de limites demonstrando, portanto, que a usina produzirá concentrações de poluentes bem abaixo dos níveis que podem afetar a saúde e o bem estar da população.

Os ventos predominantes direcionam a maioria das emissões para o oeste da usina termelétrica. A maioria das emissões associadas à instalação provêm da chaminé da caldeira de recuperação de calor de 45.7m de altura. A altura da chaminé somada a altura de ascensão de pluma de 45.7m permite tempo e distância suficientes para que a atmosfera disperse as emissões resultando em concentrações, ao nível do solo e na direção do vento, bastante inferiores aos limites estabelecidos pelo Brasil e também pelo Banco Mundial. O mais alto valor de concentração média anual estimado para qualquer poluente está a uma distância de 4,0 km.

O modelo ISCST3 foi também usado para estimar os impactos máximos, a curto prazo, quanto a SO₂, MP e MP₁₀ da usina de asfalto/pedreira. As médias de impactos anuais não foram calculadas tendo em vista a incerteza quanto aos períodos de operação da usina. A Tabela 26 apresenta dois conjuntos de resultados: impactos máximos das fontes vizinhas **sozinhas** e o impacto máximo **cumulativo** da fonte vizinha somada ao impacto devido à UTE e ao impacto devido à concentração de fundo. Os impactos máximos associados à usina de asfalto/pedreira ocorrem no próprio local. Os impactos máximos quanto MP e MP₁₀ das usina/pedreira foram estimados, respectivamente, em 371 µg/m³ e 94 µg/m³.

A concentração de MP excede o padrão de qualidade de ar brasileiro. Isto não é surpresa, tendo em vista que a usina/pedreira não apresenta equipamento de abatimento. De acordo com o modelo ISCST3, a estimativa quanto a MP, para o período de 24 horas, da pedreira/usina de asfalto excederão os

Tabela 25
**Resultados do Modelo da Qualidade do Ar com relação às Turbinas da AES que Utilizam
Ciclo Combinado e Torre de Refrigeração**

Combustível	Carga %	Temperatura Ambiente °C	Fator de Correção de Média	Concentração Ambiental (µg/m³)	Injeção no Médio (µg/m³)	Elevat		Vel. Injetado Estimado (g/m³)	Padrão Primário Brasileira (µg/m³)	Padrão Secundário Brasileira (µg/m³)	Diretrizes do Banco Mundial (µg/m³)	Diretrizes do IFC (µg/m³)
						X (m)	Y (m)					
Gás Natural	100	30	NO ₂ Média Anual	5,3	1,5	-3500	0	6,8	80	40	Não Disponíveis	-
	100	30	Méd Máx 24h	8,3	12,5	-2250	2681	20,8	-	-	Não Disponíveis	150
	100	30	Méd Máx 1h.	27,8	66,3	-689	-579	94,1	320	190	-	-
Gás Natural	100	30	SO ₂ Média Anual	10,8	0,007	-4000	0	10,8	80	40	50	50
	80	30	Méd Máx 24h	21,8	14,4	-470	171	36,2	365	100	150	125
Gás Natural	100	30	MP Média Anual	15,2	0,1	0	100	15,3	80	60	50	-
	50	30	Méd Máx 24h	34,9	11,2	-87	492	46,1	240	150	150	-
Gás Natural	100	30	MP ₁₀ Média Anual	15,2	0,1	-3500	0	15,3	80	60	50	70
	50	30	Méd Máx 24h	34,9	4,0	-87	492	38,9	240	150	150	110

Observações:

1) Diretrizes do Banco Mundial, Rescunho, abril de 1997

2) Diretrizes do IFC: 23 de outubro de 1996, Diretrizes do Banco Mundial sobre o Meio Ambiente, Segurança e Saúde, com referências

Usinas para Geração de Energia Elétrica.

3) Localização referente a chaminé proposta do HRSG.



Tabela 26

RESULTADOS DO MODELO DE QUALIDADE DO AR REFERENTE A PEDREIRA E FÁBRICA DE
ASFALTO NAS PROXIMIDADES DO LOCAL DE IMPLANTAÇÃO DO PROJETO E CONCENTRAÇÃO DE FUNDO

Período do Cálculo da Média	Concentração Ambiente ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Impacto no Modelo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Local		Tot. Impacto Estimado ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Padrão Primário Brasileiro ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Padrão Secundário Brasileiro ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Diretrizes do Banco Mund. ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Diretrizes do IFC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
			X (m)	Y (m)					
SO ₂ Máx.Méd/24hs	21,8	187,6	-470	171	209,4	365	100	150	125
MP Máx.Méd/24hs	34,9	370,8	-87	492	405,7	240	150	150	-
MP ₁₀ Máx.Méd/24hs	34,9	94,2	-87	492	129,1	240	150	150	110

Observações:

- 1) Diretrizes do Banco Mundial, Rascunho, abril de 1997
- 2) Diretrizes da IFC: 23 de outubro de 1996, Diretrizes do Banco Mundial sobre o Meio Ambiente, Segurança e Saúde, com relação as Usinas para Geração de Energia Elétrica.
- 3) Localização referente a chaminé proposta do HRSG.

RESULTADOS DO MODELO DE QUALIDADE DO AR REFERENTE ÀS TURBINAS A CICLO COMBINADO
E TORRE DE REFRIGERAÇÃO + PEDREIRA E FÁBRICA DE ASFALTO E CONCENTRAÇÃO DE FUNDO

Período do Cálculo da Média	Concentração Ambiente ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Impacto no Modelo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Local		Tot. Impacto Estimado ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Padrão Primário Brasileiro ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Padrão Secundário Brasileiro ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Diretrizes do Banco Mund. ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Diretrizes do IFC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
			X (m)	Y (m)					
SO ₂ Máx.Méd/24hs	21,8	187,6	-470	171	209,4	365	100	150	125
MP Máx.Méd/24hs	34,9	370,8	-87	492	405,7	240	150	150	-
MP ₁₀ Máx.Méd/24hs	34,9	94,2	-87	492	129,1	240	150	150	110

Observações:

- 1) Diretrizes do Banco Mundial, Rascunho, abril de 1997
- 2) Diretrizes da IFC: 23 de outubro de 1996, Diretrizes do Banco Mundial sobre o Meio Ambiente, Segurança e Saúde, com relação as Usinas para Geração de Energia Elétrica.
- 3) Localização referente a chaminé proposta do HRSG.

padrões ambientais do Brasil e do Banco Mundial a aproximadamente 300m dos limites do sítio da UTE, na direção do vento. Além daquela distância, as concentrações de MP caem rapidamente para níveis típicos de zonas rurais.

Os máximos impactos quanto a SO_2 devido à chaminé de secagem são estimados para ocorrer a aproximadamente 250m na direção dos ventos, a sudoeste, da chaminé de secagem. Na modelagem foi adotado uma concentração de 3% de enxofre no óleo combustível. Embora esta consideração possa não ser verificada na prática, medições do gás efluente da chaminé indicam que, um óleo com alto teor de enxofre estava sendo queimado na ocasião. O impacto máximo previsto quanto a SO_2 , para um período de 24 horas, é de $188 \mu\text{g}/\text{m}^3$ o que excede os padrões ambientais brasileiros e os fixados pelo Banco Mundial. Estes padrões ambientais, segundo as estimativas realizadas, deverão ser excedidos em pontos localizados a aproximadamente 500m ao oeste dos limites do sítio. Além daquela distância, as concentrações caem rapidamente para níveis típicos de ambientes rurais.

A Tabela 26 também apresenta estimativas totais de concentrações de poluentes ao nível do solo, como contribuição da nova planta somada às emissões da usina de asfalto/pedreira e ainda às concentrações de fundo (“background”). As concentrações máximas totais deverão ocorrer, estimativamente, no local de máximos impactos associados à instalação sozinha. Isto é devido ao fato de que quase todas as emissões da UTE de Uruguaiana terão como fonte a chaminé da caldeira de recuperação de calor - HRSG de 45,7m de altura, que garante uma dispersão adequada. As emissões oriundas da usina de asfalto/pedreira, por outro lado, quase todas ao nível do solo, não permitem dispersão adequada antes de alcançar o solo.

b) Impactos do Ozônio

O impacto potencial quanto às emissões de compostos orgânicos voláteis - COV e NO_x devidos à operação da UTE de Uruguaiana foi estimado usando-se um método proposto pela Environmental Protection Agency, - EPA em 1988 (Scheffe, 1988). Este método fornece uma tabela de escolha, que pode ser usada para estimar-se a máxima concentração incremental horária de ozônio devida à nova unidade. Baseado em estimativas das emissões de COV de 100 ton/ano e de NO_x de 2.865 ton/ano, o impacto potencial máximo de ozônio foi calculado como sendo $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Uma vez que o método de Scheffe é uma ferramenta de escolha, o impacto devido ao incremento de ozônio da usina poderia ser menor do que os 27

$\mu\text{g}/\text{m}^3$ considerado. Contudo, esta concentração corresponde a apenas 17% do padrão brasileiro para 1h que é de $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Resolução No. 3 de 28 de junho de 1990).

As concentrações de fundo quanto a ozônio em áreas rurais que não estejam a jusante de fontes de NO_x e COV atingem, em média, $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Puerto Rico Electric Power Authority, 1993). As concentrações máximas de ozônio, medidas em 1h, raramente superam o valor de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Mesmo após a adição de um pior “background” da ordem de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à estimativa conservadora de $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ devida à nova planta, a concentração total de $127 \mu\text{g}/\text{m}^3$ é inferior ao padrão brasileiro de qualidade de ar.

c) Impactos na Vegetação e Áreas Cultivadas

-Concentrações de Poluentes Aéreos

As emissões aéreas podem afetar a vegetação causando danos visíveis, tais como necroses nas folhas, descoloração das folhas e para determinadas culturas agrícolas, a perda em rendimento. As plantas podem ser afetadas pela concentração ambiental de poluentes e deposição, a seco e à úmido, de compostos ácidos. A sensibilidade à exposição dos poluentes varia entre as espécies.

Durante a fase de operação da nova usina, as emissões oriundas da instalação produzirão concentrações a nível de solo, quanto NO_2 , CO e MP/MP_{10} durante operações normais queimando gás natural e, NO_2 , CO, SO_2 e MP/MP_{10} quando da queima de óleo de baixo teor de enxofre durante operações de emergência. As emissões de CO produzidas por usinas térmicas são tão pequenas que, via-de-regra, não são consideradas na análise de impactos ambientais associados a estas instalações. Por outro lado, as emissões de CO oriundas de fontes móveis são as de causam maiores preocupações.

Foi demonstrado anteriormente que as concentrações ambientais, ao nível de solo, quanto a NO_2 , MP, MP_{10} e SO_2 durante operações da UTE de Uruguaiana ficarão bem abaixo dos padrões ambientais definidos pela legislação brasileira e pelo Banco Mundial. Estes padrões foram estabelecidos com o intuito de proteger a saúde e o bem estar da população. A proteção do bem estar público também inclui a proteção dos vegetais e plantação quanto a danos associados à poluição. Os padrões de qualidade ambiental do Brasil e do Banco Mundial têm, portanto, o objetivo de proteger a vegetação de tais danos.

Deste modo, foi executado um estudo para demonstrar-se que a vegetação será protegida. Verificou-se que as concentrações de fundo existentes estão bem aquém dos limites que a partir dos quais pode ocorrer danos. As concentrações adicionais devidas à operação da usina não terão nenhum efeito danoso sobre a vegetação.



-Deposição Ácida de NO_2 Sobre o Solo

A deposição ácida total foi calculada pela adição da média anual de deposição seca e úmida de nitrogênio em cada receptor, e convertendo este, para deposição equivalente ácida. A deposição máxima equivalente ácida foi estimada da ordem de $1,11 \times 10^{-3}$ eq/m²/jarda.

Para esta usina, o padrão anual médio de deposição equivalente estimado deverá ocorrer a uma distância de 3.500m ao oeste (ângulo de azimute = 270°) da chaminé da usina. Os ventos predominantes são oriundos do leste. O local da deposição máxima total coincide com a direção de vento predominante.

O solo do local foi amostrado (Ver Apêndice 4 do EIA) com o objetivo quantificar-se a habilidade dos solos locais em resistir às mudanças de pH devidas às deposições ácidas. Os resultados observados foram:

- pH = 7,3 (em água);
- cálcio solúvel médio = 0,50 mg /500g de solo;
- magnésio solúvel médio = 11,5 mg /500 g de solo;

Considerou-se que todo o cálcio e magnésio solúveis estão disponíveis para serem substituídos, isto é, o total cálcio + magnésio está disponível para atuar como tampão das deposições ácidas. Usando-se estas dados, calculou-se as seguintes Capacidades de Troca Catiônica - CTC:

- cálcio, CTC = 0,01 meq/100g de solo;
- magnésio, CTC = 0, 38 meq/100g de solo;
- CTC total, cálcio + magnésio = 0,39 meq/100g de solo.

onde:

meq = miliequivalentes.

Como se torna evidente pelos cálculos, a maior parte da capacidade tampão do ácido do solo é devida à contribuição do magnésio.

Para se calcular a potencial de capacidade tampão do solo, calculou-se o tempo requerido para se consumir o tampão atribuível à troca do cálcio + magnésio. Os resultados das amostras de solo do local forneceram a base analítica para os cálculos. O cálculo considera a profundidade do solo que poderia ser

afetada pela deposição ácida. Esta profundidade foi estimada como sendo de 25cm baseando-se em estudos de modelagem de solos agrícolas realizados por Turchenek et al (1987). Adotando-se uma densidade “bulk” de $1,24 \text{ g/cm}^3$, o peso correspondente do solo por m^2 de área superficial foi calculado como sendo de 310 kg/m^2 . Considerando-se que valor total de troca de cálcio + magnésio ($0,39 \text{ meq/100 g}$ de solo) para este tipo de solo representa toda a capacidade neutralizante do solo então sua capacidade tampão será de $1,21 \text{ eq/m}^2$. Além disso, se a taxa de deposição ácido média anual da UTE de Uruguaiana for de $1,11 \times 10^{-3} \text{ eq/m}^2/\text{jarda}$, considerando-se que a usina tenha uma vida útil de 30 anos, apenas **0,07%** da capacidade tampão do solo será consumida. Nesta taxa, centenas de anos seriam necessários para consumir toda a capacidade tampão do solo do solo.

d) Sumário

As concentrações de poluentes ambientais ao nível do solo previstas e as deposições ácidas resultantes da UTE de Uruguaiana não provocarão impacto sobre o solo e a vegetação na região de Uruguaiana.

VII.2.3-Ruído

Os impactos de ruídos são avaliados segundo dos critérios: (1) atendimento a leis, normas ou diretrizes específicas, e (2) a extensão estimada com que as pessoas serão afetadas de modo adverso.

VII.2.3.1-Normas e Diretrizes de Ruído Aplicáveis

Requisitos Ambientais Estabelecidos no Brasil

As normas brasileiras para controle de ruído publicados na NBR 10151, datadas de Dezembro de 1987, são aplicáveis a projetos industriais. O objetivo das normas é de “assegurar que os níveis sonoros sejam compatíveis com a saúde pública e conforto”.

As normas brasileiras para controle de ruído contém limites quantitativos de ruído para diferentes zonas potencialmente afetadas pelo ruído. O critério de ruído empregado nas normas é o nível equivalente de ruído, caracterizado com L_{eq} , e o nível especificado é uma função da zona e do horário (diurno ou noturno).

As normas brasileiras para controle de ruído permitem que os níveis de ruído excedam aos limites especificados acima se os níveis persistirem por menos que 56% do tempo (período de medida). Se o ruído persiste entre 18 e 6% do tempo é permitida uma redução de 5 dBA no ruído medido; entre 6 e 1,8%, uma

redução de 15 dBA; entre 1,8 e 0,6, uma redução de 20 dBA; entre 0,6 e 0,2%, uma redução de 25 dBA; e menos que 0,2%, uma redução de 30 dBA. Estas permissões especificadas foram necessárias antes do desenvolvimento de instrumentação que pudesse refletir com precisão os valores flutuantes dos sinais de ruído. Medições para o local proposto para o projeto foram feitas com um medidor de nível de pressão sonora que mede com precisão a energia sonora associada a ruídos flutuantes. Assim, o descritor preferido que reflete os requerimentos da norma brasileira é o L_{eq} .

Diretrizes do Banco Mundial

Como financiamento externo pode ser obtido para o projeto, também é importante revisar as Diretrizes do Banco Mundial para ruído, já que elas são freqüentemente utilizadas por financiadores internacionais nas suas avaliações de projeto. As Diretrizes do Banco Mundial para ruído são baseadas no *United States Environmental Protection Agency's Levels Document*, que foi promulgada para estabelecer diretrizes que são “requisitos para a proteção da saúde e bem-estar com uma margem adequada de segurança”. As Diretrizes do Banco Mundial são apresentadas como “requerimentos de emissões que podem consistentemente serem alcançados por sistemas de controle de poluição que sejam bem projetados, bem operados e bem mantidos”.

A medida de ruído empregada nas Diretrizes do Banco Mundial também é o nível sonoro equivalente (L_{eq}), e é uma função tanto do uso do solo (tanto residencial-institucional-educacional como industrial-comercial) como do horário do dia (diurno ou noturno). O valor máximo permissível para L_{eq} receptores ‘residenciais-institucionais-educacionais’ é de 55 dBA para o período diurno e de 45 para o período noturno. O máximo L_{eq} permissível para receptores ‘industriais-comerciais’ é de 70 dBA tanto no período diurno como noturno.

Medidas de contenção de ruído devem alcançar tais níveis sonoros quando medidos junto a receptores de ruído localizados fora dos limites definidores da propriedade onde se encontra o projeto, com um máximo acréscimo no nível ambiental de 3 dBA quando o nível existente ultrapassar a L_{eq} 45 dBA.

Limites de Ruído para o Zoneamento do Local do Projeto

O local de projeto e os lotes de terra contíguos a leste e a oeste são ou de uso industrial ou localizados dentro de uma área destinada para uso industrial (ver mapa de usos do solo apresentada no Diagnóstico Ambiental). Todas as outras áreas a leste e a oeste do parque industrial e imediatamente a

norte e sul (ultrapassando as estradas BR 472 e UR 204, respectivamente) do local do projeto são usadas para agricultura. Algumas residências unifamiliares ocupadas estão localizadas nas terras imediatamente a norte e sul do local de projeto, ao longo das estradas BR 472 e UR 204. Um exemplo da proximidade das residências ao local de projeto é a residência localizada adiante da estrada BR 472 entre o local de projeto e a usina de britagem e de asfalto. Considerando-se que o local do projeto está localizado em um parque industrial, de acordo com as normas brasileiras as residências adjacentes são consideradas como estando situadas em uma zona classificada como “predominantemente industrial”, onde os limites calculados de ruído permissível é de 80 dBA para o período diurno e 75 para o período noturno. Como não existem níveis de ruído prescritos por norma para residências situadas em uma área agrícola adjacente a uma área de zoneamento industrial, a classificação de zoneamento industrial é admitido como sendo o mais apropriado para estas residências.

De acordo com as Diretrizes do Banco Mundial, os níveis permissíveis de ruído para receptores “residenciais-institucionais-educacionais” é de 55 dBA para o período diurno e 45 dBA para o período noturno. Como a locação do local do projeto é uma área de zoneamento industrial, e as residências circundantes são adjacentes a uma área de zoneamento industrial, o limite de nível de ruído permissível para receptores ‘industriais-comerciais’ de 70 dBA tanto para o período diurno como noturno é aplicável a este projeto.

Em adição às residências unifamiliares ocupadas localizadas na vizinhança do local de projeto, uma escola primária ativa está localizada a aproximadamente 100 a 120 m a leste do local de projeto, com a localidade de Charqueada aproximadamente a 100 m adiante da escola primária na direção leste.

VII.2.3.2-Método Analítico Geral

A extensão do impacto de ruídos sobre receptores humanos a partir de um empreendimento proposto é dependente de um número de fatores interrelacionados, incluindo: a presença de fontes de ruído não associadas ao projeto, existentes no local; a atitude da população no referente às fontes (Stevens et. al, 1955); o número de pessoas expostas, e o tipo de atividade humana afetada (sono, recreação ou conversação).

A avaliação de impacto de ruídos envolve três etapas básicas. A primeira etapa é a de determinação de níveis básicos de ruído em pontos na comunidade onde as pessoas possam ser potencialmente afetadas; tais pontos são geralmente as residências mais próximas, assim como escolas e parques (referidos como receptores sensíveis ao ruído). A segunda etapa é a da predição dos níveis de

ruído próximo a esses locais que poderiam resultar da construção e operação do projeto proposto. O ruído resultante do projeto é adicionado (logaritmicamente) aos níveis de ruído existentes. A terceira e final etapa é a de avaliar a significância dos níveis de ruído incluindo o projeto proposto baseado nos limites embasados em critérios previamente descritos.

Níveis de ruído associados com as instalações industriais (a planta industrial de arroz da CAUL e a usina de britagem/asfalto) e com ruídos de fundo associados à estrada e via férrea foram medidos em dois locais; o canto nordeste do local de projeto imediatamente a sul da via BR 472 (Estação 1), e a sul do limite sul do local de projeto imediatamente a sul da via UR 204 (Estação 2).

Uma descrição dos equipamentos de medida e dos procedimentos adotados está incluída no Apêndice 1.

VII.2.3.3-Impactos Associados à Construção

Durante os 24 meses estimados para o período de construção, o ruído deverá variar de acordo com a fase particular da construção. Dentro de uma fase dada os níveis de ruído poderão variar em base horária como uma função dos padrões de uso dos equipamentos. O modelo de ruído empregado para estimar os impactos da construção no local do empreendimento de projeto (Teplitzky, 1978) está baseado em um programa extensivo de medidas de projetos de construção de instalações energéticas de grande escala. Espera-se que este modelo produza estimativas algo conservativas a respeito dos níveis elevados de ruído a serem gerados no empreendimento. A contribuição de ruído de misturas típicas de equipamentos de construção (tratores, niveladoras, guindastes e caminhões) estão incluídas neste modelo para cada fase da construção (Kessler 1986), juntamente com os correspondentes fatores de utilização médios de equipamentos. O fator de utilização é um valor determinado empiricamente, representando a percentagem de tempo durante um dia de trabalho típico em que uma peça particular do equipamento é operada em esforço máximo.

Projetos de trabalhos públicos normalmente consistem nas seguintes 5 fases consecutivas de construção:

- limpeza do terreno: incluindo a demolição e remoção de estruturas, árvores e rochas prévias;
- escavação;

- execução das fundações: incluindo o recondicionamento de leitos antigos de rodovias, e compactação de pisos de valetas;
- ereção: incluindo estrutura, colocação das paredes, pisos, janelas, equipamentos e instalação de tubulações; e
- acabamentos: incluindo aterros, pavimentação e limpeza.

O tipo de equipamento de construção considerado na determinação dos níveis de ruído associados à construção foi selecionado da lista na Tabela 27, que mostra os níveis de ruído gerados por cada peça individual de equipamento medidos a uma distância de 15 metros. Usando estes limites de níveis de ruído específicos a cada equipamento um modelo de ruído de EPA (EPA 1972) foi utilizado para calcular o nível de ruído equivalente esperado L_{eq} nos locais de medição onde os níveis de ruído de fundo foram medidos em setembro de 1997 (Estações 1 e 2).

Tabela 27-Limites de Nível Sonoro Gerados por Equipamentos a Distância de 15 Metros

Equipamento	<50 HP	50-120 HP	120-275 HP	> 275 HP
Movimentação de terra:				
Carregador frontal	75	79	81	84
Backhoe	75	79	81	84
Dozer	80	80	80	84
Trator	80	80	80	84
Scraper	78	78	84	86
Niveladora	77	78	79	80
Caminhões (maiores que 10.000 lbs/ 4545 kgs)	82	82	84	87
Britadores	80	80	83	85
Manipulação de Materiais:				
Misturador de Concreto	75	75	77	80
Bomba de Concreto	75	80	80	80
Grua	80	81	82	84
Grua Derrick	80	81	83	84
Equipamentos Estacionário:				
Bomba	70	70	70	70
Gerador Diesel	75	77	85	85
Compressor de Ar	77	79	82	85



Equipamento	<50 HP	50-120 HP	120-275 HP	> 275 HP
Equipamento de Impacto:				
Pile Drive		98		
Quebrador de Pavimento	78	84		
Marteletes		80		
Perfuradores de Rocha - Impacto		90		
Perfuradores de Rocha - Rotatórios		78		
Perfuradores de Rocha - Penetração		78		
Ferramentas Pneumáticas		80		
Outros Equipamentos:				
Serra Fita		72		
Vibradores		75		
Todos os outros		75		

Os níveis estimados de ruído L_{eq} a partir das atividades construtivas são mostrados na Tabela 28. Estes foram calculados levando em consideração o terreno plano no local do projeto (sem características topográficas de absorção acústica), e admitindo a não ocorrência de atenuação de ruído por gradientes de vento ou vegetação.

Uma comparação entre os níveis sonoros emitidos pelas atividades de construção com os níveis sonoros medidos no ambiente (veja Tabela 28), tanto durante dias de semana como em períodos diurnos de fim-de-semana, indicam que o ruído de construção somente excederá os níveis sonoros ambientes durante a primeira fase de construção, limpeza do terreno.

Tabela 28-Níveis Sonoros Estimados para as Atividades de Construção, em dBA

Fase de Construção	Estação 1	Estação 2
Presente Ambiental	56/53*	54/50*
Limpeza do Terreno	53	55
Escavação	48	50
Fundações	47	49
Ereção	44	46
Acabamentos	44	46

* 56/53 indica valores de dia de semana/fim-de-semana

O nível diurno durante o fim-de-semana para a Estação 1 associado à limpeza do terreno de 55 dBA foi adicionado logaritmicamente ao nível ambiental de 50 dBA, para produzir uma estimativa de 56 dBA. O nível diurno durante os dias de semana para a Estação 2 associado à limpeza do terreno de 55 dBA foi adicionado logaritmicamente ao nível ambiental de 54 dBA, para produzir uma estimativa de 58 dBA. Os impactos são de curta duração por natureza. Onde ocorrer um acréscimo discernível em ruído para a população local, devido ao fato de que o ruído de construção não é regulamentado, os impactos não são considerados significantes.

VII.2.3.4-Impactos de Atividades Locais

Níveis de Ruído de Operação para Atividades Locais

Futuros níveis sonoros associados com a operação normal das instalações foram determinados de acordo com o seguinte procedimento:

- revisão de informações de projetos disponíveis para identificar fontes de ruído;
- uso da melhor informação disponível para caracterizar tanto as emissões ruidosas de cada fonte e o geometria das fontes com relação aos receptores de ruído mais próximos localizados no entorno das instalações; e

- incorporação da fonte de ruído, receptor de ruído e parâmetros geométricos em um modelo considerando uma fonte pontual de propagação para avaliara os níveis sonoros em pontos selecionados no entorno das instalações.

Um modelo computacional foi utilizado para a modelagem a partir de uma fonte pontual. A premissa básica do modelo computacional é a aplicação do que é freqüentemente denominado: ‘a lei do inverso do quadrado’, que está baseada na propagação hemisférica do som que resulta em uma redução de 6 decibéis no nível de pressão sonora para cada duplicação da distância a partir da fonte. Este modelo computacional utiliza o nível de potência sonora em bandas de oitavas, como fornecidas pelo fabricante do equipamento e listado no Apêndice 1. Também usa a locação precisa de cada peça de equipamento identificado em um sistema coordenado tridimensional. Cada fonte de ruído e cada local de recepção são especificados com coordenadas X, Y e Z (veja Apêndice 1 do EIA). Qualquer estrutura que possa agir como uma barreira é também considerada no modelo, enquanto que fatores adicionais de atenuação como a direcionalidade para fontes especiais, assim como absorção pelo ar, são também considerados.

Descrição das Instalações

Fontes de ruído durante a operação normal da planta inclui ventiladores, bombas, transformadores elétricos, geradores elétricos, turbinas a gás e uma turbina a vapor. Ventiladores geram ruído a medida que as pás giratórias transferem energia mecânica para a corrente de ar que surge como velocidade e pressão do ar. Cada vez que uma lâmina de um ventilador passa por um ponto dado, o ar recebe um impulso e uma onda de pressão, incluindo algum ruído, é gerada. Pode também acontecer alguma vibração do ventilador ou vibração de dutos que podem gerar ruído. Bombas geram ruído de forma similar a ocorrente com ventiladores. Transformadores elétricos produzem um zumbido primariamente devido à vibração do núcleo em torno do qual as serpentinas são enroladas. Em uma turbina de gás, grandes quantidades de ar são comprimidas, aquecidos em uma câmara de combustão, e então aceleradas por expansão através das pás das turbinas. Geradores elétricos criam ruído a medida que o rotor gira em alta velocidade através de um campo magnético. O ruído de uma turbina da gás é resultado do equipamento mecânico tanto quanto do ruído aerodinâmico gerado pelo fluxo de ar a alta velocidade sobre superfícies internas incluindo as lâminas das turbinas. Em uma turbina de vapor, o ruído é produzido quando o vapor expande através das lâminas das turbinas a altas velocidades.

Nenhuma das fontes mais significativas de ruído serão localizadas dentro de edificações, embora as turbinas a gás venham a ser enclausuradas. A Westinghouse proporcionou os níveis de potência sonora para cada peça mais significativa de equipamento. Estes níveis de potência sonora levaram em conta o enclausuramento das turbinas e de outras medidas para o controle de ruídos. Em adição, a Westinghouse proporcionou informações sobre o layout dos equipamentos e as alturas das estruturas para uso na modelagem acústica.

A maior fonte de ruído é a saída da chaminé do gerador de vapor por recuperação de calor (HRSG) com 121 dBA. A saída da chaminé está a uma altura de 45,7 m acima do nível do terreno. O ruído na saída da chaminé é atribuível à saída de gases da turbina. Embora o ruído da saída da turbina seja reduzido por atenuação através do HRSG e filtros, esta fonte ainda é muito mais significativa que outras fontes de ruído.

A próxima maior fonte de ruído, que está na faixa entre 108 e 112 dBA, é a transição de entrada para o HRSG, o plenum do bypass da chaminé, os geradores elétricos refrigerados com hidrogênio associados às turbinas a gás, o gerador da turbina de vapor, e o condensador da turbina a vapor. Ruídos da transição de entrada para o HRSG e o plenum do bypass da chaminé são atribuíveis à saída da turbina quando os gases atravessam cada peça de equipamento. Os dois geradores elétricos geram ruído como descrito anteriormente. O ruído do condensador da turbina a vapor é atribuível à saída da turbina a vapor.

Espera-se que sete fontes gerem ruído na faixa entre 101 e 107 dBA. Estas fontes são juntas de expansão de turbinas de gás, pares dos dutos de entrada das turbinas a gás, dois refrigeradores a glycol, dois refrigeradores lubrificadores a óleo, bombas de alimentação de água para o boiler, bombas de circulação de água, e uma bomba de injeção de água. Outras fontes gerarão ruído em níveis inferiores a 100 dBA.

Todos os níveis de ruído citados acima levam em consideração a implementação de vários controles. Estes incluem o enclausuramento das turbinas de gás e o uso de silenciadores nas entradas das turbinas de gás.

Impactos das Atividades Locais

Os resultados de modelagem indicam que a operação do empreendimento não gerará ruídos em excesso a 70 dBA na linha divisória da propriedade. O parque industrial onde o local projetado está localizado inclui substancial área adicional para o leste. De acordo com os resultados do modelo de ruídos, o nível sonoro àquela distância da planta industrial energética será de menos de 55 dBA. O impacto das atividades locais na única residência localizada a norte do local do projeto e a sul da usina de britagem e

asfalto não será significativa, em função do já elevado nível de ruído ambiental determinado pelas operações industriais existentes.

Com base nos níveis sonoros esperados para as atividades operacionais de 55 dBA no limite leste do parque industrial, pode-se concluir que os níveis de exposição nos pontos externos mais próximos à área, em particular na escola primária localizada a leste do local de projeto, não excederá aos limites estabelecidos pelas normas brasileiras de 50 dBA para áreas 'residenciais urbanas' durante o período noturno, assim como de 55 dBA para o período diurno.

As operações do empreendimento produzirão um nível sonoro esperado de 58 dBA junto à Estação 1; no canto nordeste do local do projeto. Isto é adicionado logaritmicamente ao nível ambiental diurno de 56,3 dBA, produzindo um impacto de ruído neste local de 60,0 dBA. Este impacto é insignificante, pois é menor que os limites especificados tanto pelas normas brasileiras (75 dBA e 80 dBA para residências em áreas de zoneamento industrial) como pelas diretrizes do Banco Mundial para nova plantas de geração térmica (70 dBA no limite da propriedade). Estes resultados numéricos são apresentados na Tabela 29. Mais do que 50% do ruído produzido neste local é associado com as torres de exaustão.

Tabela 29-Impactos dos Níveis de Ruído Gerados por Atividades Locais

Estação	Ambiente (diurno)	Estimado	Impacto Acumulado
Estação 1	56.3	58 dBA	60.0
Estação 2	54.5	63 dBA	64.0

Quando o empreendimento estiver em operação espera-se que venha a produzir um nível sonoro de 63 dBA junto à Estação 2, imediatamente ao sul do canto sudeste do local de projeto. Adicionando isto ao nível ambiental diurno de 54,5 dBA produz um impacto total de ruído de 64,0 dBA. Como as residências imediatamente a oeste da Estação 2 estão localizadas em uma área industrial, este impacto é insignificante, por ser menor que os limites especificados tanto pelas normas brasileiras (75 dBA e 80 dBA) como pelas diretrizes do Banco Mundial (70 dBA na linha da propriedade). Neste local, as torres de exaustão representam aproximadamente 25% do ruído ambiental estimado.

VII.2.4-Geologia, Geomorfologia, Solos e Topografia

VII.2.4.1-Impactos Associados à Implantação da Usina

Os impactos originados pela implantação da UTE de Uruguaiana no meio físico serão pouco significativos em função da pequena área a ser ocupada pelo empreendimento. O impacto mais significativo que uma usina termelétrica movida a gás natural pode potencialmente desenvolver sobre o meio geológico (substrato rochoso e solos) vem a ser o descrito pelo binômio erosão-assoreamento, conforme se pode depreender da literatura existente sobre a especificidade dos impactos ambientais de usinas termelétricas (Guerra & Carvalho, 1995).

Desta forma, o Projeto Executivo da obra deverá dar atenção aos fenômenos geodinâmicos de erosão acelerada, assoreamento e movimentos de massa pequenos e localizados. Este Projeto Executivo apresentará, necessariamente, a descrição geotécnica detalhada da área de implantação do empreendimento, além da especificação dos locais em que haverá a retirada de materiais para a obra (brita, aterros, areias, argilas, etc) as medidas de controle, as medidas mitigadoras e de compensação a serem adotadas em cada caso. Estas medidas incluem, igualmente, projetos(s) de aterro(s) sanitário(s) que for(em) necessário(s) para receber os resíduos sólidos da implantação do empreendimento.

Com relação à **geologia** e **geomorfologia**, serão utilizados equipamentos comuns de escavação para a remoção de rochas fraturadas da Formação Serra Geral (basaltos) e solos existentes. No caso de ocorrência de rochas competentes, existirá a necessidade do uso de equipamentos adicionais, como escavadeiras de alta pressão. O uso explosivos só será empregado caso estes métodos mecânicos não puderem, efetivamente, extrair os materiais de forma adequada à instalação da usina. Esta perturbação de remoção de materiais será, entretanto, bastante superficial, em razão da baixa profundidade de ocorrência das rochas na área.

Os **solos** da área serão, igualmente, pouco atingidos pela instalação da usina, porque a topografia do local é relativamente plana, não havendo necessidade de grandes cortes e aterros durante a etapa de construção. Assim, a terraplanagem preparando o local para receber as obras do projeto não alterará consideravelmente a topografia e, por consequência, os solos existentes. A construção das fundações das instalações principais, tais como turbinas e HRSG, chaminés da torre de resfriamento, *swichyard* e tanques de armazenamento.

Com relação à **topografia**, o nivelamento que ocorrer no local da obra será relacionado ao paisagismo, não ocorrendo nenhuma mudança significativa aos contornos existentes como resultado do projeto. O nivelamento terá uso mínimo, em função da topografia relativamente plana da área.

O Projeto Executivo dará especial atenção aos fenômenos geodinâmicos localizados de erosão acelerada e assoreamento.

Este Projeto Executivo apresentará, necessariamente, a descrição geotécnica detalhada da área de implantação do empreendimento, além da especificação dos locais em que haverá a retirada de materiais para a obra (brita, aterros, areias, argilas, etc) as medidas de controle, as medidas mitigadoras e de compensação a serem adotadas em cada caso. Estas medidas incluem, igualmente, projetos(s) de aterro(s) sanitário(s) que for(em) necessário(s) para receber os resíduos sólidos da implantação do empreendimento.

A utilização de aterros sanitários que forem necessários para receber os resíduos sólidos da operação do empreendimento também devem ser previstos no Projeto Executivo.

Movimentação do Terreno/ Terraplenagem

O nivelamento do terreno após o destocamento, desde a topografia original até atingir as cotas estabelecidas para os diversos subsistemas (caldeiras, prédios, torre de refrigeração, etc.) a serem implantados, pressupõe a retirada, colocação, nivelamento e compactação de camadas de terra, pedras e areia.

Nesta operação, não somente máquinas pesadas trabalham, mas também tratores mais leves e caminhões, cujos rodados (pneus e esteiras) provocam a desagregação do solo, gerando poeiras e partículas finas, médias e grosseiras.

O volume de transbordo de estoques ou material (terra, cascalho, areia, etc.) de pilhas para locais mais baixos é relativamente grande, demandando um tempo maior de execução do que a etapa anterior.

Um movimento particular é feito quando são executados os cortes nas rotas das vias de acesso definitivas, que desde logo passam a suportar a concentração de trânsito, desde veículos leves até tratores e máquinas pesadas.

Ainda nesta etapa, existe também um maior número de pessoas alocadas, instaladas em galpões/alojamentos, garagens e pátios de manutenção.

Faz-se igualmente necessário ter-se depósito de combustíveis (diesel, gasolina, álcool), refeitórios, instalações sanitárias e outras instalações típicas de acampamentos provisórios.

Faz ainda parte desta etapa, a abertura de valas, buracos, drenos e outros, que servirão para tubovias de processo, esgoto pluvial e sanitário, construção dos alicerces, instalação de bombas, dutos elétricos e demais necessidades da planta.

Execução das Principais Obras Civis Definitivas

Antes mesmo da conclusão da etapa anterior (que termina com a usina em operação), é iniciada a execução do projeto definitivo das instalações civis que, em síntese, representa a construção de prédios de alvenaria, silos, estruturas metálicas, pavimentação de pátios de acesso e circulação.

Nesta etapa, a movimentação de solo já é pequena pois, com a concretagem de estruturas grandes, e de bases, e o levantamento das paredes, tem-se uma maior manipulação de cimento, areia, cascalho, barras de ferro, madeira e execução de formas de diversos tamanhos e materiais.

Instalação dos Equipamentos

A montagem e instalação dos equipamentos das diversas áreas que compõem a usina e a realização de testes com cada parte individualmente e posteriormente em grupos, tanto a frio (simulação) como a quente (pseudo-regime) é constituída basicamente de:

- operações de soldagem, limpeza, pintura e acabamentos específicos;
- operações de lubrificação, testes de vedação e estanqueidade, pressão, temperatura, vazão, controles;
- testes de acendimento e apagamento, de situações de emergência, de intertravamento operacional do sistema;
- outras operações com máquinas, equipamentos, motores, tanques, sistemas elétricos e pneumáticos, etc.

Durante a etapa de construção da usina serão gerados aproximadamente 2.000 m³ de resíduos de construção, consistindo de madeira, blocos, concreto, papel e outros resíduos variados. Os resíduos serão estocados em locais com áreas próprias para deposição e transportadas, com os devidos cuidados ambientais, por empresa contratada, para aterro sanitário de classe compatível com os resíduos (aprovado pelo Órgão Ambiental). Também durante a construção da usina e as limpezas pré-operacionais serão empregados alguns solventes e materiais de limpeza. Estes materiais serão fornecidos pelo construtor contratado e removidos pela mesma empresa, após seu uso, para locais adequados.

VII.2.4.2-Impactos Associados à Operação da Usina

Nenhum importante impacto nos aspectos de **geologia** e **geomorfologia** é esperado como resultante das operações da usina termelétrica a gás de Uruguaiana. O único impacto significativo nestes

compartimentos poderia ser associado com uma liberação acidental durante o manuseio ou armazenamento de combustível ou material inflamável. Entretanto, o potencial para um evento de tal magnitude é baixo, principalmente levando em conta a existência de medidas preventivas e normas, entre outros regulamentos aplicáveis.

A possível exposição dos materiais geológicos e solos à erosão é mínima, pois métodos de controle de erosão são parte central das medidas de controle do projeto. A vibração dos equipamentos da usina como fonte de impactos geológicos é muito improvável.

Os solos podem, potencialmente, ser afetados após a construção da usina pelo escoamento de águas pluviais, acarretando erosão. Assim, solos em áreas afetadas pelas atividades de construção quando forem permanentemente alterados pela presença de construções requererão medidas de semeadura, vegetação e enliviamento com grama. Tais medidas serão previstas no Projeto Executivo, bem como eventuais medidas de estabilização de pequenos taludes e drenagens para as águas superficiais.

A operação da usina não terá impactos sobre a **topografia**, uma vez que as atividades não requererão alterações ao paisagismo e à topografia do que aquelas necessárias durante a implantação.

Durante a operação normal da usina, a geração de **resíduos sólidos** será reduzida a um mínimo. Serão gerados aproximadamente 75 t/ano de resíduos domésticos, sendo estes dispostos em locais adequados por empresa particular contratada. Adicionalmente, a manutenção periódica normal da instalação (operações de limpeza) gerará pequenas quantidades de resíduos sólidos em base intermitente. Os resíduos sólidos associados ao tratamento de águas residuais serão coletados e dispostos fora dos limites da planta seguindo as normas brasileiras.

VII.2.5-Recursos Hídricos

Os recursos hídricos nas vizinhanças da usina poderão ser potencialmente afetados tanto durante a construção como durante a operação da usina. Nesta seção discute-se a construção e operação da instalação, identifica-se os impactos potenciais associados a estas atividades e avalia-se a significância dos impactos baseando-se em uma estrutura de regulamentos aplicáveis.

VII.2.5.1-Impactos Associados à Construção

A construção da usina afetará os recursos hídricos nas vizinhanças do sítio em uma variedade de maneiras. As águas superficiais poderão ser potencialmente afetadas devido a descargas de materiais sedimentáveis e/ou águas pluviais contaminados, descargas de drenagem de construção e pela descarga de

efluentes domésticos. A água subterrânea pode ser impactada devido à contaminação causada por infiltração de esgoto doméstico ou por derramamentos de produtos químicos usados na construção. Estes impactos serão minimizados pela adoção de técnica construtivas ambientalmente corretas e também através da adoção de práticas de gerenciamento de prevenção da poluição, o que garantirá que estes impactos não serão significativos.

Impactos Associados às Águas Superficiais

A contaminação de águas superficiais será minimizada devido de que não existem recursos hídricos significativos no local. A principal ameaça à contaminação das águas superficiais está relacionada à descarga de matérias sedimentáveis e/ou drenagem de águas pluviais contaminada. As águas pluviais que deixarão o local, seguirão padrões naturais de drenagem e descarga que se darão seja no Arroio do Imbaá, seja no Arroio do Salso de Cima.

As técnicas de construção serão selecionadas de modo a minimizar a erosão do solo, remover sedimentos de descargas de águas pluviais estranhas ao local e reduzir o potencial de produtos químicos, de construção ou matéria prima às águas pluviais. Nivelamento do local e armazenamento de materiais serão executados de forma a minimizar o potencial de erosão no solo local. Caso necessário, serão construídas bacias de sedimentação que garantirão um meio adequado de remoção de sedimento e reduzir picos fluxos de descarga associados ao projeto.

Serão estabelecidas áreas específicas o armazenamento de veículos da construção, materiais diversos, combustíveis e produtos químicos usados durante a construção. Sempre que possível, serão tomadas medidas que visarão limitar a exposição de matérias primas, combustíveis e químicos relacionadas à construção, à água da chuva. Áreas cobertas e/ou containers poderão também ser empregados.

Inspeções visuais frequentes dos componentes do sistema de prevenção de poluição de águas pluviais na fase de construção e, inspeções visuais frequentes do escoamento de águas pluviais do local asseguração que os impactos às águas superficiais do local não sejam significativos.

As descargas de drenagens da construção serão encaminhadas para uma bacia de decantação visando a remoção de sólidos em suspensão, previamente à descarga para fora dos limites do sítio. A análise da água subterrânea, executada em agosto de 1997 pela ENGEORPS, indicou elevadas concentrações de alguns metais (Fe, Mn, Cu, Zn e Ba) quando comparadas com os limites estabelecidos pela legislação brasileira para águas das Classes 1 e 2. A elevada concentração de metais, que acredita-se ocorra naturalmente, está bem abaixo dos limites estabelecidos que se aplicam às descargas do projeto.

Com a exceção do ferro, observado como uma ocorrência natural, as concentrações verificadas estão também abaixo das diretrizes mais restritivas estabelecidas pelo Banco Mundial para lançamento de efluentes. As descargas deverão obedecer aos limites brasileiros para lançamento de efluentes e, possivelmente, com as diretrizes do Banco Mundial, excetuando-se o ferro. Não é esperado que os efluentes provoquem significativo impacto na qualidade dos corpos receptores. A descarga de esgoto gerada pelos funcionários da usina pode também afetar as águas superficiais locais. O plano de construção prevê que os esgotos sejam ou coletados e encaminhados para tratamento fora do local, ou tratados localmente em estação de tratamento própria. Caso uma estação de tratamento seja empregada, ela será projetada de modo a garantir que as descargas tratadas obedecem aos limites aplicáveis ao lançamento de efluentes definidos tanto pelo Brasil como pelo do Banco Mundial. As descargas da estação serão encaminhadas para uma vala de drenagem, de onde serão encaminhada para fora do local seguindo padrões naturais de drenagem. Uma vez que as descargas obedecerão os limites aplicáveis, os impactos sobre os recursos hídricos não serão significativos.

Impactos sobre as Águas Subterrâneas

Os impactos potenciais sobre as águas subterrâneas durante a fase de construção estão relacionadas com a contaminação causada pela infiltração de descargas de esgoto ou por derramamentos de materiais químicos usados na fase de construção da usina. Caso, uma estação de tratamento seja usada, o efluente da usina será descarregado para fora dos limites através de um dique de drenagem. Uma porção do efluente provavelmente se infiltrará na superfície do solo, encontrando o lençol freático. O tratamento de esgoto que garante o atendimento aos padrões de descarga de água superficial, assegurará que estas infiltrações não provocarão um impacto significativo na qualidade da água.

O potencial de derramamento e/ou liberação para água subterrânea durante a fase de construção será minimizada através da adoção de práticas gerenciais de prevenção de poluição. O armazenamento de determinados materiais em áreas cobertas e/ou confinadas limitarão potenciais perdas ao solo. A implementação destas medidas e inspeções visuais frequentes das áreas de armazenamentos de materiais e equipamentos, assegurarão que a qualidade da água subterrânea não sofrerá impacto significativo por derrames.

VII.2.5.2-Impactos Associados à Operação

Os impactos sobre os recursos hídricos durante a fase de operação estão associados basicamente à adução d'água, seja da superfície ou subterrânea, o tratamento e uso desta água na usina e a subsequente descarga de efluentes para corpos receptores locais. Um impacto potencial secundário estará associado ao aumento na impermeabilidade do solo da usina e aos fluxos d'água associados à descarga de águas pluviais do planta.

Serão necessários aproximadamente 12.913 m³/d de água na operação da usina. Este montante será aduzido do Rio Uruguai ou do aquífero Botucatu. A decisão final será tomada quando da finalização dos testes que estão sendo executados no lençol subterrâneo.

Aproximadamente 95% do suprimento de água será usado na reposição ("makeup") das torres de resfriamento, que servirão para condensar o vapor gerado nas caldeiras de recuperação de calor. Os restantes 5% serão empregados: em uma unidade separada de resfriamento evaporativo, na reposição d'água das unidades HRSG, na produção de água potável e em outros usos variados. Mais de 85% do total de água usada na usina, aproximadamente 11.000 m³/d, serão lançados na atmosfera pela torre de resfriamento e pelo resfriador evaporativo.

Aproximadamente 14% do total aduzido, aproximadamente 1.799 m³/d, incluindo purgas da torre de resfriamento e do resfriador evaporativo, purgas das caldeiras de recuperação de calor, efluente do sistema de desmineralização e outras correntes variadas, serão descarregados no Rio Uruguai ou no Arroio Imbaá. A decisão final quanto ao lançamento dos efluentes está reservada para quando for tomada uma decisão final quanto ao abastecimento da usina.

O esgoto sanitário será lançado separadamente, através de um sistema subterrâneo de drenagem (fossa ou tanque séptico). Caso as características do solo não permitam o uso deste sistema, as águas sanitárias será tratadas em estação de tratamento de águas sanitárias e os efluentes serão combinados com outros fluxos da instalação.

Impactos Associados às Água Superficiais - Adução de Água

Uma maneira de satisfazer a demanda de água da usina consiste da adução de 12.913 m³/d (0,15 m³/s) do Rio Uruguai. A vazão média do rio em Uruguaiana, baseada em 41 anos de medições diárias de vazão realizadas pelo DNAEE é de 4.504 m³/s. O fluxo mínimo em Uruguaiana durante os mesmos 41 foi de 400 m³/s. Deste modo, vê-se que a adução d'água para atender à demanda da usina representa menos

do que 0.004% da vazão média do rio e, menos do que 0.04% da vazão mínimo daquele recurso. Conclui-se, então que a adução superficial d'água não causará nenhum impacto significativo no fluxo do rio Uruguai.

Impactos Associados às Água Superficiais - Descarga de Efluentes Líquidos

Aproximadamente 1.799 m³/d de efluentes líquidos serão descarregados pela usina. Esta descarga será composta pelas seguintes correntes básicas:

- purgas da torre de refrigeração: 1.488 m³/d;
- purgas do resfriador evaporativo: 245 m³/d;
- purgas das caldeiras HRSG: 87 m³/d;
- efluente do regenerador do sistema de desmineralização: 22 m³/d;
- drenagens variadas da usina: 76 m³/d.

Os sistemas de tratamento de água da usina serão projetados e construídos de modo a assegurar que os efluentes da instalação obedeçam aos limites estabelecidos pela legislação brasileira e pelo Banco Mundial para lançamento superficial, conforme tabela apresentada anteriormente. O projeto final do sistema de tratamento será determinado com base: na qualidade do fornecimento de água, nos requerimentos operacionais dos sistemas da torre de resfriamento e HRSG, e nos limites aplicáveis ao efluentes gerados.

A qualidade da água, caso aduzida do Rio Uruguai, flutuará bastante pois as vazões do rio são substancialmente afetadas pela mudanças climáticas que ocorrem durante o ano. Essas flutuações irão, periodicamente, resultar em águas com elevadas concentrações de sílica, ferro, sólidos suspensos e turbidez. Caso a água do rio Uruguai venha a ser empregada, será requerido pré-tratamento visando a remoção de sólidos e a redução nos níveis de ferro e sílica. O pré-tratamento limitará a produção de incrustações e obstruções nas torres de resfriamento permitindo que estes equipamentos trabalhem com maiores ciclos de concentração. O pré-tratamento também servirá para aumentar a performance do sistema de desmineralização que atenderá às caldeiras de recuperação de calor - HRSG.

Previamente ao seu uso na usina, a água do rio poderá ser encaminhada através de um sistema de pré tratamento consistido de **purificação** (para a remoção de sólidos suspensos e de ferro), **abrandamento** (para a redução de dureza e associado potencial de incrustação), e **cloração** (para

desinfecção e prevenção quanto a incrustações biológicas da torre). Poderão ainda ser usados, caso necessário, coagulantes químicos visando uma melhor remoção de sólidos e ferro. Caso a opção pela adução de água subterrânea prove não viável, será executado um projeto mais detalhado do sistema de pré-tratamento das águas superficiais.

A qualidade de água subterrânea é, por outro lado, mais consistente e previsível. Baseando-se em observações obtidas em poços d'água localizados fora dos limites da usina, instalados no profundos lençol de arenito, pode-se afirmar que o pré-tratamento de água subterrânea requerirá, possivelmente, um sistema menos complexo consistindo-se de amaciamento e cloração. Uma vez determinado que a adução será dar do Botucatu e, tão logo a qualidade da água dos poços seja conhecida em detalhe, será desenvolvido um sistema detalhado de pré-tratamento de água.

A água encaminhada para uso na torre de refrigeração receberá tratamento adicional para inibir incrustações, corrosão e obstruções microbiológicas. Este tratamento envolverá um programa que consistirá do uso de inibidor de corrosão de ferro doce, inibidor de incrustação de carbonato de cálcio, dispersantes a base de polímeros, inibidor de corrosão de cobre, cloro para controle microbiológico.

A obediência aos limites estabelecidos para lançamento de efluentes e considerações sobre o potencial tóxico associados aos produtos empregados serão os fatores determinantes na seleção do tratamento químico para a torre de refrigeração. O programa de cloração envolverá tratamentos periódicos do tipo "dosagem de choque", conduzidos de modo a obedecer às diretrizes do Banco Mundial (adição média de 0.2 mg/l durante um período de 24h). A qualidade final das purgas da torre de refrigeração será função dos ciclos de concentração através dos quais a torre será operada. Com um apropriados pré-tratamento e adições químicas, as operações das torres poderão se dar entre 5 e 8 ciclos de concentração e de modo a não violar os limites aplicáveis aos efluentes.

A água encaminhada para uso nas HRSG será desmineralizada para remoção de impurezas e redução dos potenciais de corrosão e incrustações. A desmineralização será executada por meio de um sistema de troca iônica usando-se fortes resinas de troca catiônica e aniônica, visando a remoção de cátions dissolvidos (Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , etc.) e ânions dissolvidos (Cl^- , SO_4^- , HCO_3^- , HSiO_2^- , etc.), respectivamente. As resinas de troca iônica deverão a ser regeneradas periodicamente usando-se soluções cáusticas (ex: hidróxido de sódio) para as aniônicas e ácidos (ex: ácido clorídrico) as catiônicas. Este processo gerará uma corrente que será neutralizado ajustando-se o pH em 7,0, com ácidos ou bases, previamente à combinação com outros efluentes da planta.



Outros produtos químicos serão ainda adicionados à ultra-pura água desmineralizada para inibir o potencial de corrosão ou incrustação no interior das caldeiras. O tratamento consistirá do controle coordenado de pH/fosfato usando-se um polímero dispersante, um sequestrador de oxigênio orgânico, e aminas neutralizantes. Os limites aplicáveis aos efluentes e o potencial tóxico das purgas das HRSG, serão os fatores determinantes na seleção do tratamento químico a ser empregado nas caldeiras. Da mesma forma que a torre de refrigeração, a qualidade das purgas das HRSG também será uma função dos ciclos de concentração. Estudos preliminares indicam que as HRSG poderão ser operadas a um máximo de 100 ciclos de concentração.

As descargas dos drenos da usina, especialmente oriundas de áreas nas quais o óleo é manuseado e armazenado, serão encaminhadas a um separador água/óleo antes da descarga. As águas pluviais da área de contenção dos tanque de armazenamento de óleo serão igualmente encaminhadas ao separador água/óleo previamente a sua descarga. O uso e manutenção adequada dos separadores água/óleo assegurarão que as descargas obedeçam ao limite estabelecido pelo Banco Mundial que é de 10mg/l para óleos & graxas.

Com a implementação dos sistemas de pré-tratamento, a adoção de um programa de adição de produtos químicos, e as operações cíclicas discutidas acima, pode-se esperar que a descarga combinada da instalação obedecerá aos limites aplicáveis ao lançamento de efluentes definidos pelo Brasil o Banco Mundial.

O sistema de refrigeração da usina e a estrutura de descarga de águas superficiais serão projetadas de modo a atender aos limites brasileiros e as diretrizes do Banco Mundial aplicáveis ao parâmetro **temperatura**. A temperatura máxima da água e, conseqüentemente, temperatura máxima da purga da torre de refrigeração será de 35°C, bem abaixo dos 40°C, que correspondem ao limite máximo para lançamento no Brasil. A estrutura de descarga das águas superficiais, tanto no Rio Uruguai como no Arroio Imbaá) será projetada de modo a garantir uma rápida dispersão da pluma térmica nas águas receptoras, assegurando obediência aos limites do Brasil e do Banco Mundial que exigem um aumento máximo de 3°C na temperatura das águas receptoras. A dispersão obtida pela estrutura de descarga das águas superficiais fará também com que a qualidade da água receptora obedeça aos limites estabelecidos para águas de Classe 2 no Brasil.

A partir de uma base quantitativa a descarga de 1.799 m³/d no Rio Uruguai não provocará nenhum impacto, uma que representa o retorno de uma pequena porção daquilo que será aduzido do rio, e uma porção menor ainda do fluxo total do rio. Embora os 175 km² da bacia do Arroio Imbaá não possa ser

considerada pequena e o recurso corre ao longo do ano, mesmo durante períodos de baixa vazão, as descargas da usina poderiam representar uma porção substancial do fluxo Arroio.

O atendimento aos limites brasileiros e do Banco Mundial, estabelecidos visando a proteção ao meio aquático, assegurarão que as descargas efluentes não provocarão nenhum impacto significativo nas águas receptoras.

Impactos Associados às Águas Superficiais - Descargas de Efluentes Pluviais

A usina térmica incluirá um sistema de drenagem de águas pluviais projetado de modo a minimizar a erosão do solo e controlar descargas de pico de águas pluviais do sítio. Caso necessário, o sistema de drenagem das águas pluviais poderá ainda incluir uma ou mais bacias de contenção de águas pluviais para reduzir destes picos de descarga. A drenagem de águas pluviais das áreas de armazenamento de óleo, serão desviadas para separador do tipo água/óleo previamente ao seu lançamento. As áreas não pavimentadas serão revegetadas e de modo a minimizar o potencial de erosão do solo. O armazenamento de produtos químicos e óleos desenvolvido de modo a minimizar a potencial de das águas pluviais a estes produtos. Controlando-se a vazão e a qualidade das descargas de águas pluviais, elas não impactarão significativamente as águas superficiais posteriormente a sua descarga.

Impactos Associados à Água Subterrânea - Adução

O aquífero Botucatu é um lençol altamente produtivo, capaz de produzir grandes quantidades de água. Presotto et. al (1973) estimou que o lençol de Botucatu, cobre uma área de 39.000 km², com um potencial de retirada de 28,6 milhões m³/jarda de água. Como já discutido anteriormente, os poços existentes neste lençol, nas vizinhanças do sítio confirmam estes dados.

Baseado neste conhecimento, é bem provável que a adução dos 12.913 m³/d necessários ao abastecimento da usina não trarão nenhum impacto significativo no lençol. A empresa ENGECORPS está (novembro de 1997) desenvolvendo testes de bombeamento no local e a subsequente deverá confirmar que o aquífero apresenta capacidade de fornecer água para a usina, por longo prazo, sem prejuízo aos lençóis vizinhos e outros usuários na região.

Impactos Associados à Água Subterrânea - Efluentes Sanitários e Outras Descargas Potenciais

O esgoto sanitário será encaminhado a fossa sépticas. Este sistema será construído de modo a atender aos limites aplicáveis brasileiros e garantirá um tratamento adequado que assegurará que as águas rasas subterrâneas não sejam impactadas significativamente devido a estas descargas.

O armazenamento e manuseio de óleo combustível, produtos químicos e matéria prima, será conduzidos de modo a minimizar os potencial quanto a derramamento e/ou descargas no terreno do sítio. Tanto quanto possível os materiais serão armazenados dentro das instalações ou em containers impermeáveis que assegurarão que o potencial de contaminação será reduzido a um mínimo e, que o impacto sobre o solo será insignificante.

VII.3-Meio Biótico

De uma forma geral, a paisagem da região da Campanha apresenta uma uniformidade fisionômica determinada pela franca predominância da vegetação de campos, cujas diferentes conformações são determinadas por fatores como a profundidade do solo, a disponibilidade de água, a pressão de pastejo e a ocorrência periódica de fogo.

A vegetação arbórea restringe-se à rica rede de drenagem, na forma de matas ciliares cuja linearidade opera como um sistema de interligação das demais unidades fisionômicas, na forma de corredores ecológicos de fundamental importância na determinação da estrutura da biota em escala regional. Além das matas ciliares, talhões de eucalipto também são comuns, servindo tanto para o abrigo do gado no campo como para o fornecimento de lenha.

A pecuária extensiva corresponde à atividade mais importante em termos de área ocupada. Além dessa, a orizicultura, principalmente nas várzeas do rio Uruguai, apresenta também uma notável importância regional.

A micro-localização da futura unidade da UTE Uruguiana, junto ao distrito industrial dessa cidade, indica claramente tratar-se de um ambiente já alterado pela atividade humana, não somente pela ação do gado no gleba propriamente dita, como também no seu entorno, através de empreendimentos como o britador da Prefeitura de Uruguiana, os silos e secadores de arroz da CAUL e o depósito de casca de arroz localizado a nordeste do sítio, junto à margem direita do arroio Imbaá, cuja queima permanente afeta de maneira significativa a qualidade do ar.

A proximidade da periferia de Uruguiana, com a pressão que a cidade exerce sobre as áreas naturais, atua como um fator de alteração das condições gerais dos ambientes.

A implantação da usina implicará em alterações nas condições do ambiente em escala muito localizada, uma vez que a área de influência direta é pequena, havendo a supressão de uma área de campo cujo impacto é pouco significativo em termos regionais.

Com relação à operação da usina, a mensuração e a localização dos danos causados por emissões aéreas são muito difíceis de serem confirmadas, principalmente ao considerarem-se os baixos níveis de contaminação esperados com a operação normal da unidade, o que é influenciado não somente pelo suprimento regular de gás, como também pela eficiência dos equipamentos de controle e pelo regime de ventos e chuvas.

Qualquer apreciação que se venha a fazer dos impactos decorrentes da atividade proposta deve, portanto, considerar a existência prévia de fatores de alteração dos ambientes considerados e a capacidade desses suportarem um incremento significativo nas atividades que atuam modificando as suas características, dentro das limitações que cercam um estudo dessa natureza.

VII.3.1-Ecossistemas Terrestres

VII.3.1.1-Vegetação

Com relação à vegetação, os impactos que surgirão da implantação e da operação da UTE Uruguaiana variam radicalmente em cada uma dessas etapas.

Se por um lado as obras de implantação da usina propriamente dita determinarão a total supressão de uma área de campo de 3,6 ha, por outro, a operação normal da usina implicará em impactos virtualmente nulos sobre o descritor vegetação, o que será objeto de monitoramento adotando-se os líquens como grupo indicador.

Supressão da Cobertura Vegetal

O impacto sobre a área de influência direta da UTE Uruguaiana apresenta um caráter irreversível, uma vez que haverá a supressão integral da cobertura vegetal das áreas destinadas às obras civis, incluindo-se a abertura de acessos, a preparação do terreno, as operações de apoio e a construção propriamente dita.

As obras civis gerarão resíduos sólidos num volume calculado de 2.000 m³. A remoção desse material, segundo o entendimento do empreendedor, deverá ser feita por empresa contratada, que deverá responsabilizar-se pela adequada destinação dos resíduos. Embora essa atividade não seja objeto de análise deste estudo, não se pode deixar de notar que essa destinação, caso não venha a ser feita dentro dos

padrões exigidos pela norma ambiental vigente, pode implicar a alteração da cobertura vegetal em locais ainda não definidos da área de influência indireta do empreendimento.

As atividades de terraplenagem e preparação do terreno poderão também dar margem ao surgimento de processos erosivos, cujos efeitos poderão afetar áreas adjacentes, principalmente no que se refere ao assoreamento de drenagens.

Contaminação por Óleo Combustível

Com relação à operação da usina, os impactos mais significativos que poderão afetar a vegetação da área de influência indireta estão relacionados ao armazenamento do combustível alternativo para o caso de falhas no suprimento de gás (óleo combustível), uma vez que acidentes de qualquer natureza com esse material podem provocar a contaminação das áreas adjacentes. Esse impacto apresenta uma baixa probabilidade de ocorrência, em função do cumprimento das normas de segurança que supõe o armazenamento de substâncias dessa natureza.

Despejos dos Efluentes Líquidos

O tratamento de águas e dos efluentes líquidos da planta termelétrica pode afetar as características dos corpos d'água receptores, o que, segundo a natureza das alterações, pode levar a modificações na composição específica da vegetação, principalmente no que se refere à vegetação aquática. Além disso, os processos de tratamento comumente geram resíduos sólidos (areias, lodo, etc), cuja disposição inadequada pode significar um impacto não desprezível sobre locais cuja definição não faz parte do escopo do presente estudo, assim como o que ocorre com os resíduos domésticos que serão gerados nas instalações da usina.

VII.3.1.2-Fauna Silvestre

Os dados obtidos no Diagnóstico do Meio Biótico demonstram que a área indicada para a instalação do empreendimento, apesar de bastante impactada pela ação humana, ainda abriga um razoável número de espécies animais, sobretudo aves e anfíbios.

As ações que provocarão impactos diretos sobre a fauna terrestre dizem respeito à descobertura do solo com eliminação da vegetação e supressão dos habitats associados para a implantação tanto do empreendimento quanto do gasoduto. Impactos indiretos serão sentidos através do aumento dos níveis de poluição sonora, aérea e do solo.

Descobertura do solo

O nivelamento do terreno, a abertura de acessos e a construção dos prédios e estruturas necessárias a implantação da termelétrica terão como efeito imediato e irreversível a supressão localizada de habitats conjugada à provável diminuição local das densidades de algumas espécies.

Populações de anfíbios e répteis com hábitos semi-fossoriais, como *Melanophryniscus atroluteus* (sapinho-encarnado), *Elachistocleis ovalis* (rã) e *Micrurus frontalis* (coral-verdadeira), que habitam a área destinada ao empreendimento, serão bastante atingidas.

Outras espécies, com maior capacidade de migração, serão forçadas a ocupar novas áreas. Essas migrações extemporâneas podem gerar conflitos nas áreas para as quais esses animais se dirigirem, pois certamente irão causar um aumento na densidade que pode extrapolar a capacidade local, com conseqüente aumento da mortalidade. Existem ainda os problemas inerentes aos deslocamentos de anfíbios e répteis em áreas urbanas, pois esses animais tornam-se mais vulneráveis a predação e são vítimas constantes de atropelamentos.

Entre as aves, espera-se da mesma forma que ocorram impactos sobre os refúgios de algumas espécies. A amostragem quantitativa revelou a existência de pelo menos 51 territórios de 24 espécies de aves na área do empreendimento. Dentre estas, existem espécies que possuem distribuição muito restrita no Estado (ou mesmo no Brasil), típicas da formação fitogeográfica na qual se insere a região estudada. As espécies que habitam campos abertos e formações de espinilhos esparsos, devido à prevalência destes ambientes na paisagem, enfrentam menores dificuldades no processo de ocupação de novos territórios. Em contraste, as espécies típicas das formações arbustivas densas têm menor disponibilidade de ambientes para recolonização.

Considerando a área de construção da usina termelétrica, esses territórios serão parcial ou totalmente eliminados, desalojando seus ocupantes. Os indivíduos deslocados provavelmente ocuparão áreas adjacentes, mas será inevitável que ocorram conflitos populacionais ou mesmo aumento na competição intra-específica por espaço, sobretudo naquelas espécies que habitam formações arbustivas densas, pouco comuns na região.

As árvores são elementos raros na paisagem local, sendo importantes para aves que nidificam em ocos ou em galhos, como pica-paus (três espécies registradas na área de influência direta) e o João-de-barro, por exemplo. A eliminação das árvores conduzirá à extinção local de populações reprodutivas de determinadas espécies.

As espécies de mamíferos registradas no estudo possuem áreas de uso mais amplas, e portanto

serão atingidas menos intensamente pela supressão de habitats. Certamente esses animais serão atingidos pelas perturbações, mas isso não representa de modo algum uma mudança significativa em relação ao estado atual desses grupos naquele local.

Os impactos sobre os elementos faunísticos terrestres decorrentes da descobertura do solo para implantação do empreendimento serão acentuados na área de influência direta, porém seus efeitos indiretos ultrapassarão essa fronteira, atingindo as áreas de entorno. Desta forma, sua abrangência será intermediária entre as escalas local e regional.

Implantação do Gasoduto

Apesar do licenciamento do gasoduto representar um processo independente, cabe citar os impactos associados a esse empreendimento correlacionado diretamente com a UTE. Os impactos esperados em decorrência dessa ação serão semelhantes aos descritos no item anterior, porém de menor intensidade em função de que, após a implantação, a área do entorno permanecerá com pouca atividade humana, permitindo o uso adjacente pela biota.

A seguir apresenta-se a avaliação de duas alternativas de traçado para a tubulação.

Alternativas de Traçado para Gasoduto/Linhas D'Água

Além das obras da usina propriamente ditas, o duto de água que acompanhará o gasoduto terá um impacto sobre a vegetação atingindo, segundo a alternativa de traçado adotada, locais com diferentes classes de uso do solo.

O fato da tubulação ser necessariamente acompanhada por uma faixa de domínio objeto de manutenção constante faz com que as alterações da cobertura vegetal decorrente da implantação desse sistema sejam de caráter irreversível, embora restritas a uma faixa de 20 m metros de largura e com uma extensão que variará em função da alternativa de traçado adotada.

A análise de possíveis alternativas de traçado foi efetuada basicamente sobre informações de meio físico, procurando-se contemplar principalmente as exigências ambientais relacionadas ao empreendimento, mas considerando-se também restrições ligadas a custos. Não foi levada em conta nenhuma consideração específica sobre aspectos técnicos ou valores financeiros pertinentes à obra.

Os dados utilizados foram obtidos da base cartográfica da Divisão de Serviço Geográfico do Exército e de uma imagem de satélite (bandas originais e imagem classificada).

Para executar uma análise de alternativas de traçado é necessário construir cenários evidenciando

as facilidades, dificuldades e impedimentos a esse traçado na região por onde o gasoduto irá passar. Cada variável considerada na construção do cenário é transformada em mapa, para então ser combinada com as demais. A partir da base cartográfica e da imagem classificada foram desenvolvidos vários passos para derivar as informações necessárias à análise.

a) Geração do mapa de áreas de preservação permanente

As áreas de preservação permanente ao longo dos cursos d'água foram espacializadas calculando-se uma faixa de largura correspondente àquela definida pelo Código Florestal. Para isso foi gerado mapa de distâncias dos cursos d'água e feito o isolamento da faixa pertinente à área de preservação.

b) Geração do mapa de atritos

Como base para geração da superfície de atrito utilizaram-se as classes de cobertura do solo oriundas da classificação da imagem. As áreas de preservação (item a) foram então sobrepostas à imagem classificada na forma de uma máscara. O produto é uma imagem da cobertura do solo com as áreas de preservação como classe adicional. A cada classe foi então estabelecido um valor de atrito correspondente à sua influência relativa em termos de favorecimento ou limitação à passagem do gasoduto. Isto foi efetuado através de uma rotina de reclassificação, onde a unidade de área de cada classe de cobertura do solo da imagem (*pixel*) recebeu o valor do esforço (de custo ou de energia) necessário para transpô-la.

Os atritos foram estabelecidos procurando-se atender a alguns requisitos para o traçado do gasoduto. Assim, os corpos d'água, a área urbana e as áreas de preservação permanente receberam um atrito extremamente alto para forçar o traçado para fora dessas áreas. Por outro lado, um alto atrito não quer dizer que a eventual transposição de uma dessas classes seja impossível, mas deve ser evitada ao máximo, de forma que o traçado somente passe por elas quando não houver nenhuma outra alternativa e ainda impactando o mínimo possível. A mata nativa e a vegetação paludosa receberam um atrito bem mais baixo, mas estabelecido também com o intuito de serem preservadas, enquanto as áreas de campo nativo ou agricultadas receberam um atrito unitário. Com estes atritos, busca-se obter um traçado que agrida o mínimo possível as classes de uso/cobertura do solo de maior interesse de preservação, ocorrendo basicamente sobre campo e áreas agrícolas.

c) Geração do mapa de distâncias de custo

Com base na localização da usina termelétrica foi calculado um mapa de distâncias de custo a partir dela. A superfície em torno do local de implantação da futura usina não é homogênea, conforme

mostrado no mapa de cobertura do solo. O objetivo é definir alternativas de traçado do gasoduto em função justamente desta cobertura do solo, procurando evitar a área urbana e considerando menos favoráveis as áreas pouco alteradas e de preservação. Calculou-se um mapa de distâncias de custo. Este mapa leva em consideração o esforço necessário para cruzar uma unidade de área. Por exemplo, como o gasoduto não deve cruzar a cidade, todos os pixels daquele tipo de cobertura receberam um grau de atrito igual a 1000. Caso haja algum tipo de cobertura do solo nas proximidades que ofereça um grau de atrito menor, a cidade será evitada. Para tal utilizou-se a rotina COST do Idrisi, tendo como informações de entrada o mapa de atritos e o mapa de localização da usina, a partir da qual as distâncias de custo foram calculadas.

d) Definição de opções de chegada do gasoduto junto ao rio Uruguai

A opção de chegada do gasoduto junto ao rio Uruguai pode ser um único ponto ou uma linha. Quando se opta por um ponto, a rotina que procura o caminho de menor custo é forçada sempre a chegar neste ponto, escolhendo o melhor traçado entre a usina e o ponto de chegada fixo. Quando se opta por uma linha, como a margem do rio Uruguai, por exemplo, a rotina que busca o melhor traçado pode ter um maior conjunto de opções para escolher o melhor traçado e o ponto de chegada de traçado mais curto na margem do rio, atendendo os critérios especificados através da atribuição de atritos às classes de cobertura do solo. No presente estudo foram estabelecidas duas alternativas de chegada do gasoduto na margem brasileira do rio Uruguai, ao norte da área urbana de Uruguaiana, quais sejam:

- passagem do gasoduto junto à ponte internacional;
- chegada do gasoduto em qualquer local ao longo da margem brasileira do rio Uruguai contido na área de estudo.

A rotina PATHWAY do Idrisi define o melhor traçado para cada uma das opções. Para tal ele busca, a partir do mapa de localização da usina e do mapa de distâncias de custo, o trajeto de menor esforço de custo entre a usina e as opções de chegada oferecidas como opção - vide Figura 7.

e) Cálculo da área da faixa de domínio para cada traçado

A faixa de domínio de cada um dos traçados definidos é estimada em 10 metros para cada lado do eixo do gasoduto, de forma que se torna necessário calcular a área ocupada pela faixa de domínio de cada traçado e o percentual dessa área ocupada por cada classe de cobertura do solo afetada. Como a imagem de satélite e o mapa de cobertura do solo resultante de sua classificação têm uma resolução fixa de 30 metros, o cálculo teve de ser feito para uma faixa de domínio com essa largura. Esta faixa sobreposta à

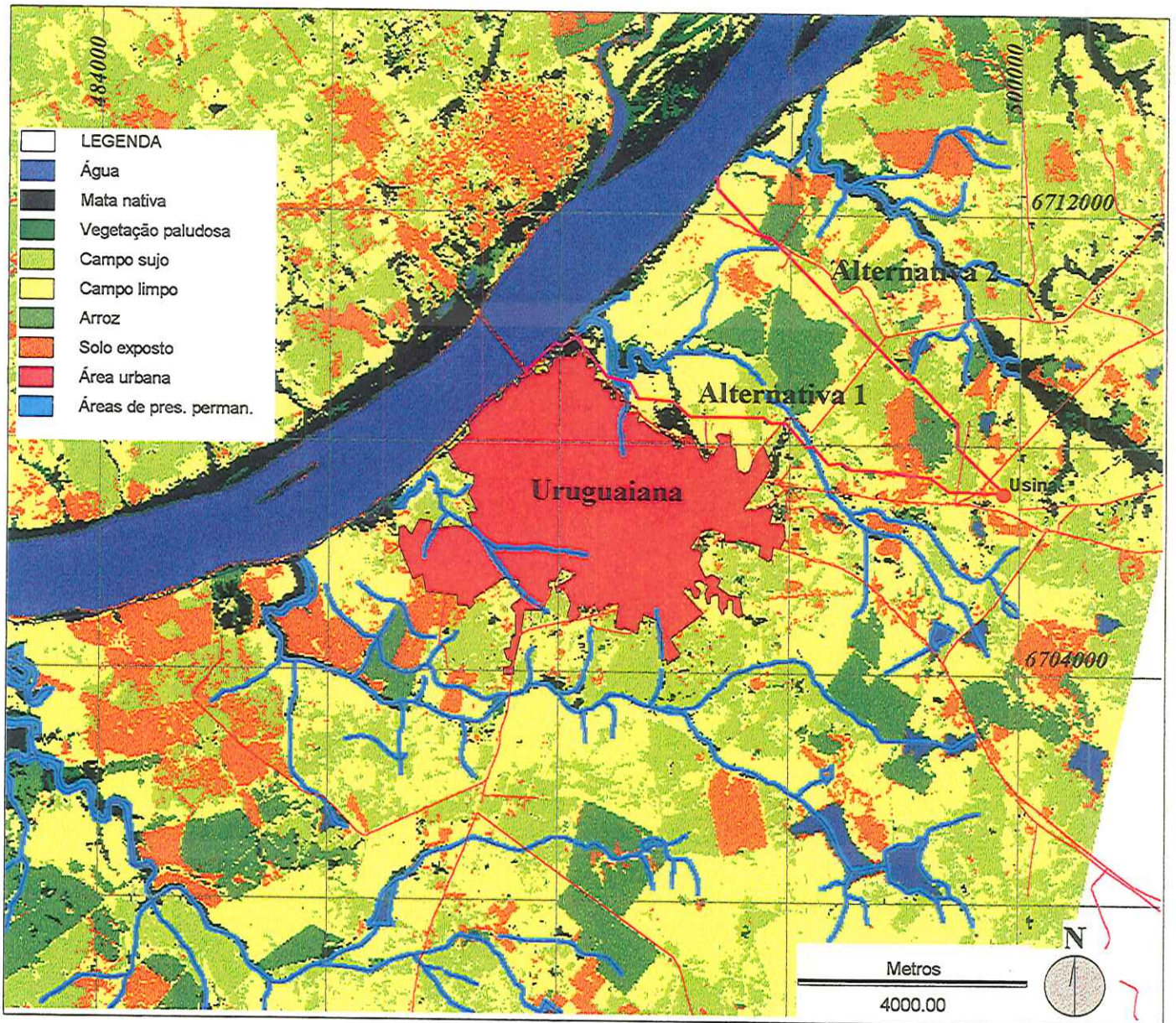


Figura 7-Alternativas de Traçado para a Estrutura Gasoduto/Linhas d'Água

imagem classificada permitiu o cálculo das áreas abrangidas por cada tipo de cobertura em cada uma das opções de traçado, através do módulo AREA do IDRISI.

A área total da faixa de domínio da alternativa de traçado 1, saída na usina e chegada na ponte Uruguiana-Paso de los Libres é de 26,01 hectares, enquanto a área total da faixa de domínio relativa à alternativa de traçado 2 é de 17,37 hectares.

A alternativa de traçado 2, por permitir maior liberdade na escolha do local de chegada do gasoduto junto ao rio Uruguai do que a alternativa de traçado 1, tem impacto menor sobre as classes de interesse de conservação, como áreas de preservação permanente, matas e banhados. Por outro lado, observando-se a margem argentina do rio Uruguai, esta sofrerá maior impacto com a alternativa 2. Isso sugere uma complementação dos dados para uma definição de traçado mais abrangente e completa.

Os sistemas de informação geográfica são bastante ágeis na geração de cenários de alternativas a partir de critérios pré-definidos. Essa agilidade é útil especialmente quando se faz necessário oferecer alternativas a partir da inclusão de novas variáveis. Neste caso, basta fornecer os novos dados para a obtenção de um novo resultado, praticamente instantâneo. No presente estudo não se dispunham de dados relativos ao projeto do gasoduto propriamente dito mas, de posse deles, poder-se-ia considerar também aspectos geotécnicos ou até mesmo relativos a custos de construção da obra.

Incremento dos Níveis de Ruído, Poluição Aérea e do Solo

Espera-se que as alterações ambientais causadas pela construção e operação da usina, como aumento da poluição sonora, do ar e do solo, possam causar modificações na composição da comunidade animal, com favorecimento das espécies mais generalistas e adaptadas à presença do homem. Os ratos domésticos, já presentes junto aos silos de arroz da CAUL, devem prevalecer sobre os roedores silvestres. Entretanto, convém salientar que esse processo de substituição da fauna está associado à urbanização que já ocorre nos arredores.

VII.3.2-Ecossistemas Aquáticos

Os impactos sobre os ambientes aquáticos serão relacionados diretamente a duas atividades, despejos dos efluentes líquidos e adução de água para a caldeira da UTE. Os efluentes serão de duas origens: do processo térmico de geração de energia e sanitária.

Além disso pode-se prever algum impacto indireto decorrente do carreamento superficial de eventuais materiais oriundos da precipitação atmosférica de substância das emissões aéreas.

VII.3.2.1-Efluentes Líquidos de Origem Sanitária

Os efluentes líquidos de origem sanitária apresentarão um volume maior durante a fase de implantação e serão lançados, após tratamento, no arroio Imbaá ou dispostos em fossa séptica.

Os efeitos de despejos sanitários sobre cursos de água são largamente estudados e, nesse caso, dependerão da eficiência do sistema de tratamento.

O enriquecimento das águas pelo aporte de nutrientes oriundos da decomposição da matéria orgânica e contaminação por coliformes resumem os efeitos diretos da entrada de esgotos sanitários nos recursos hídricos. Os efeitos sobre os componentes bióticos são muito diversos. Incremento na produção primária, aumento das populações de organismos detritívoros, declínio de populações de organismos sensíveis a variações nos teores de substâncias como oxigênio dissolvido e componentes nitrogenados são efeitos esperados.

VII.3.2.2-Efluente Térmico

Os impactos decorrentes do aquecimento das águas do corpo receptor deverão consistir na exclusão de espécies sensíveis à variações na temperatura, alterações no comportamento de espécies em função de alterações nas taxas metabólicas. Provavelmente haverá substituição de espécies sensíveis por aquelas mais tolerantes, resultando num rearranjo da estrutura das comunidade bióticas. Esses efeitos deverão ser notados em um gradiente de intensidade diminuindo à medida que aumenta a distância da fonte e a temperatura se estabiliza com a do meio circundante.

Segundo HELLAWELL (1986), são três os efeitos da introdução de efluentes aquecido em rios e lagos. O primeiro é o aumento da temperatura ambiente, seus efeitos dependem da amplitude de temperatura tolerável pelos organismos. O segundo é o efeito indireto sobre a solubilidade de certos gases, principalmente o oxigênio, cujas quantidades dissolvidas diminuem com o aumento da temperatura. O terceiro efeito diz respeito aos processos bioquímicos, que, dentro de certos limites, aumentam com o aquecimento. Interações podem surgir quando ocorre enriquecimento de matéria orgânica, com aumento de consumo de oxigênio paralelo ao aumento das taxas metabólicas e diminuição do oxigênio dissolvido.

MASON (1981) discute os mesmos efeitos da poluição térmica, salientando o aumento de populações de Tubificídeos, principalmente se poluição orgânica estiver presente.

Os impactos decorrentes dos despejos de efluentes originários do processo de geração de energia estão associados à adução de água, uma vez que serão despejados no mesmo local de onde será obtida retirada a água. Este estudo foi realizado considerando duas hipóteses quanto à origem da água a ser

utilizada no processo: rio Uruguai e água subterrânea. No primeiro caso, o corpo receptor dos efluentes será o próprio rio Uruguai, e se a adução for feita da água subterrânea, os efluentes serão despejados no arroio Imbaá.

Despejos no rio Uruguai

Se a adução de água para o funcionamento da UTE for realizado a partir do rio Uruguai, os efluentes também serão ali lançados, aproveitando a estrutura para tubulações com fluxo nos dois sentidos. As características do efluente estão descritas na seção que trata da qualidade da água (meio físico). O principal aspecto relacionado à entrada desse efluente no rio Uruguai é o aquecimento das águas do rio no entorno do emissário. Para tanto deve-se considerar a modelagem de diluição e dispersão descrita na já mencionada seção do meio físico.

Acredita-se que o impacto em função da descarga de água com temperatura elevada pelo processo de geração de energia deva ser muito reduzido em virtude da distância que essa água vai percorrer até o rio, cerca de 7 quilômetros, perdendo calor. Além disso, os efeitos do aquecimentos no rio Uruguai deverão ser muito restritos à região de despejo em função da relação muito díspar entre as vazões do efluente e do rio.

Considera-se que os impactos dos despejos de efluentes do processo de geração de energia sobre os elementos bióticos do rio Uruguai serão localmente restritos, de baixa importância regional, sendo efetivos a partir da operação da UTE.

Despejos no Arroio Imbaá

Sendo a água aduzida do lençol freático, os efluentes deverão ser lançados no arroio Imbaá.

Essa situação apresenta vantagens e desvantagens em relação à situação de despejo no rio Uruguai. As desvantagens residem no fato do arroio Imbaá apresentar uma vazão muito pequena em relação ao rio Uruguai, e dessa forma uma menor capacidade de equalização da temperatura.

Além disso, esse curso d'água situa-se bem mais próximo da localização da unidade, o que reduzirá o resfriamento natural na condução das águas residuais do processo térmico.

As vantagens de utilizar o arroio Imbaá como corpo receptor dos efluentes da UTE estão relacionadas a preservação do rio Uruguai em função de que o processo de equalização da temperatura já se iniciaria no arroio.

Os impactos da descarga do efluente térmico no arroio Imbaá serão localmente relevantes, porém

regionalmente restritos e ocorrerão a partir da operação da UTE.

VII.3.2.3-Adução de Água do Rio Uruguai

Os impactos decorrentes da retirada de água do rio Uruguai dependem da relação entre a quantidade a ser aduzida e da vazão do rio. Como o rio Uruguai representa um manancial de grandes proporções, essa retirada será desprezível, podendo representar alguma alteração em período de estiagem extrema. Desta forma, a retirada de água por si só não representará fonte de alterações para a biota aquática.

A atividade de bombeamento necessária para a adução de água do rio que pode gerar algum impacto através da sucção de grandes volumes arrastando exemplares de peixes. LUCENA *et al.* (1988) relata os efeitos do bombeamento de água para irrigação de plantações de arroz. Em avaliação de 26 bombas de irrigação foi estimada uma captura média de 4,5 peixes por hora. Os autores ressaltam que esse valor médio depende de diversas particularidades do local onde é feita a sucção, salientando-se a localização da extremidade da tubulação, sua profundidade e o tipo de bomba utilizada.

Os impactos sobre os organismos aquáticos provocados pela adução de água serão pouco relevantes e serão bastante atenuados pela adoção de medidas mitigadoras.

Caso a água a ser utilizada no processo de geração de energia seja feita a partir da água subterrâneas, não haverá consequências dessa ação sobre os ecossistemas aquáticos.

VII.4-Meio Sócio-Econômico

VII.4.1-Considerações Iniciais

O capítulo de impacto ou repercussão sócio-econômica dentro dos Estudos de Impacto Ambiental (EIAs), e respectivos Relatórios de Impacto Ambiental (RIMAs), exige alguns esclarecimentos preliminares, a fim de que se compreendam bem seus limites. É o faremos nesta parte introdutória, desdobrando a exposição nos itens a seguir: a variável sócio-econômica nos EIAs e RIMAs, tipos e áreas de impacto, metodologias utilizadas.

VII.4.1.1-A Variável Sócio-Econômica nos EIAs-RIMAs

Nos primórdios dos EIAs e RIMAs, o aspecto sócio-econômico era simplesmente contraposto ao

aspecto ambiental. O estudo sócio-econômico fazia parte do estudo privado do empreendimento, isto é, levava em conta a ótica do empreendedor e das conveniências do mercado. Por sua vez, os EIAs e RIMAs focalizavam a perspectiva pública, isto é, a questão das externalidades ambientais, ou custos sociais ambientais, examinando a conveniência de a sociedade aceitar ou não o empreendimento tendo em vista suas repercussões ambientais. Poderia ocorrer, por exemplo, que um empreendimento fosse altamente rentável e atraente do ponto de vista privado, em consequência de uma grande procura no mercado, mas não socialmente desejável em virtude das externalidades ambientais negativas decorrentes de sua localização ou tecnologia.

Coerentemente com isto, as primeiras metodologias estabelecidas para os EIAs e RIMAs – como por exemplo a da Matriz de Leopold – não incluíam o aspecto econômico do empreendimento; este, conforme mencionado, era feito em separado e contraposto ao estudo ambiental.

Mais modernamente, entretanto, esta perspectiva foi modificada. Nota-se, hoje em dia, que a variável sócio-econômica, entra na avaliação de um empreendimento por duas vias: a análise privada, onde continua sendo parte essencial, e a análise “social”, onde a análise das externalidades e custos sociais ambientais do empreendimento também tenta incluir as externalidades sócio-econômicas.

Na análise privada, procura-se delinear a atratividade do investimento através de indicadores tais como Taxa Interna de Retorno, Prazo de Recuperação do Capital, etc., que procuram resumir, em um número, a desejabilidade do empreendimento sob o ponto de vista do empreendedor e da sociedade em crescimento econômico. Este tipo de análise é a que consta no Volume 2 do EIA (Diagnóstico). Por outro lado, a variável sócio-econômica volta a entrar na análise no lado das externalidades, nesta parte do trabalho ou seja, no EIA/RIMA. Isto se faz necessário pelo fato de que, concebido o meio ambiente como o entorno geral (natural e social) que afeta uma comunidade, um dado empreendimento age ambientalmente sobre ela, incidindo sobre seu nível de bem estar, não somente devido à emissão de efluentes ou pressão sobre os recursos naturais, como também às suas repercussões econômicas locais, tais como: modificação do estilo de vida, geração de empregos, instabilidade econômica provocada pela eventual retração da demanda do produto a ser produzido, ampliação de arrecadação, etc.

VII.4.1.2-Tipos e Áreas de Impacto

Costuma-se dividir os impactos sobre o meio ambiente em diretos (ou primários) e indiretos (ou secundários), valendo esta distinção tanto para os impactos sócio-econômicos quanto os propriamente



ambientais. Embora uma definição precisa seja difícil de ser enunciada, um exemplo concreto dará uma idéia clara dos conceitos envolvidos: o emprego gerado no âmbito do empreendimento é um impacto direto; o emprego resultante dos gastos realizados pelos empregados anteriormente citados, é um impacto indireto, tudo isto, é claro, no caso de haver desemprego antes do empreendimento. Trata-se, como já se terá notado, do famoso “efeito multiplicador”.

Também há uma distinção entre direto e indireto no que se refere ao alcance espacial do empreendimento. Aqui, a definição é ainda mais difícil e qualquer opção concreta tem um caráter bastante arbitrário. No presente caso, considera-se o Município de Uruguaiana como a área de impacto direto e o Estado do Rio Grande do Sul como a área de impacto indireto.

Uma pergunta que cabe é a seguinte: qual a relação entre os dois conceitos? Simplesmente que, tanto na área de impacto direto, quanto na de indireto, há impactos diretos e indiretos. Mas, o mais importante a ressaltar é que para os fins do EIA/RIMA, e no que tange à variável sócio-econômica, somente a área de impacto direto (o município de Uruguaiana, como já foi dito) é a relevante. Isto se deve, principalmente, ao fato de que os impactos sócio-econômicos em termos de Estado do Rio Grande do Sul são captados pela análise privada do empreendimento (a atratividade do empreendimento, mencionada nas linhas acima).

Quando se dispõe de um detalhado desdobramento do Quadro de Investimentos e da Conta de Lucros e Perdas projetados do empreendimento em análise, bem como de uma Matriz de Insumo-Produto da região em que se localizará o projeto, a previsão do impacto sócio-econômico em termos de empregos, renda, arrecadação, etc., quer para a fase de implantação, quanto para a fase de operação, torna-se um exercício conceitualmente simples de inserção de uma demanda exógena e de um vetor de insumos em uma matriz pré-existente.

Quando não se dispõe da matriz de insumo-produto regionalizada, mas ainda se conta com os detalhes do Quadro de Investimentos e da Conta de Lucros e Perdas, as repercussões sócio-econômicas diretas e indiretas do empreendimento podem ser modeladas por uma versão mais ou menos sofisticada da Teoria da Base Econômica (ou Teoria da Base de Exportações).

Quando não se dispõe dos elementos acima apontados – e este é o presente caso – tudo o que se pode fazer é utilizar a Teoria da base Econômica apenas como pano de fundo, e se proceder a uma análise qualitativa ou, na melhor das hipóteses, semi-quantitativa. É isto o que faremos nas linhas que se seguem.

VII.4.2-Impactos Sobre a Infra-Estrutura

VII.4.2.1-Fase de Implantação

Cerca de 550 trabalhadores participarão desta fase, ao longo de aproximadamente 24 meses. Algo em torno de 30% da mão-de-obra será de trabalhadores locais (150). Os trabalhadores de fora da região irão ficar em um complexo habitacional a ser construído pela empresa contratada para fazer a obra. Devido ao caráter temporário do serviço, estes trabalhadores deverão vir sem suas famílias. O complexo habitacional ficará fora do perímetro urbano de Uruguaiana, dentro de raio de aproximadamente 2 Km do sítio da obra.

O complexo terá os equipamentos necessários para promover o bem-estar dos trabalhadores durante o tempo que necessitarem ficar no local. Ele possuirá instalações sanitárias, áreas de recreação, refeitório, serviços de alimentação, sistema de abastecimento de água e disposição de efluentes domésticos. Devido a estas amenidades e a separação geográfica de áreas povoadas, o impacto negativo pela presença dos trabalhadores no local deverá ser mínima. O transporte dos trabalhadores do complexo para o local da obra será feito através de ônibus contratados pela construtora.

O objetivo do complexo é reduzir ao máximo possíveis impactos sociais negativos sobre os moradores locais, tais como alterações sociais em pequenas comunidades ou crescimento da criminalidade.

Entretanto, devido à proximidade do complexo habitacional das comunidades locais¹, é difícil que não ocorram contatos entre os trabalhadores de fora da região e os moradores do local. Existe também a possibilidade de que o complexo atraia indivíduos à procura de oportunidades de negócio, instalando-se estes em locais próximos ao sítio ou ao complexo habitacional. Neste caso, pequenos serviços, não previstos no plano original, podem vir a ser prestados por estes indivíduos para os trabalhadores temporários. Desta forma, não pode ser excluída a possibilidade do crescimento da criminalidade no local, gerada por venda ilegal de bebidas alcoólicas, tráfico de entorpecentes, prostituição, etc. Ou ainda, por ser o desemprego um grave problema em Uruguaiana, os próprios moradores dos arredores podem ser levados à marginalização, com o surgimento de contraventores, traficantes, prostitutas, etc., entre os seus componentes.

¹ As comunidades localizadas no perímetro da obra incluem a Vila de Charqueada, a cerca de 700 m para leste, aproximadamente uma dúzia de famílias dispersas em um raio de 500 m do sítio do projeto e a cidade de Uruguaiana, distante cerca de 5 Km para oeste.

Os profissionais técnicos deverão alugar os imóveis existentes em Uruguaiiana. Devido ao nível educacional deste tipo de trabalhador, não deverão ocorrer impactos significativos sobre a criminalidade.

A infra-estrutura educacional local não deverá ser afetada, pois, devido ao caráter transitório de sua permanência, os trabalhadores não deverão trazer suas famílias, não alterando assim o número de estudantes no sistema escolar local. Atendimentos médicos de rotina e de menor gravidade serão feitos em um posto médico no local de trabalho e no complexo habitacional. Os hospitais de Uruguaiiana são capazes de atender aos casos mais graves.

A demanda por serviços públicos será mínima: as necessidades de energia elétrica serão atendidas internamente. Necessidades de água serão satisfeitas por um sistema de poço artesiano. O efluente doméstico será eliminado via fossa séptica ou tratado no local para ser lançado em algum corpo d'água.

As rotas de tráfego foram planejadas de modo a evitar as vias urbanas centrais durante a fase de construção. As mudanças de rota incluem o uso da UR 408 para desviar o tráfego da construção dos arredores da cidade de Uruguaiiana. Diariamente, durante o período de pico da construção, cerca de 50 caminhões irão trazer suprimentos e equipamentos para o sítio da obra. As entregas serão espaçadas em um período de 8 a 10 horas. Apenas três caminhões terão acesso à instalação durante as horas de pico.

Os motoristas associados ao projeto receberão instruções para respeitar os limites de velocidade e outras regras de trânsito, reduzindo a possibilidade de acidentes, especialmente ao longo das vias rurais dos povoados próximos ao projeto.

VII.4.2.2-Fase de Operação

Nesta fase aproximadamente 50 pessoas trabalharão na usina. A proporção de trabalhadores locais poderá variar de 20% a 40%, com o crescimento deste percentual dependendo do programa de educação da AES, a ser realizado em cooperação com instituições educacionais de Uruguaiiana (estima-se que até 50 pessoas da região poderão trabalhar na operação da usina, conforme os resultados do programa citado).

Como o número de empregados nesta fase é pequeno, não haverá necessidade de criação de novas habitações em Uruguaiiana. Os serviços de bombeiros e de emergência médica atualmente existentes são capazes de atender qualquer situação de emergência que possa ocorrer na usina.

O pequeno número de trabalhadores desta fase também não será capaz de alterar significativamente o volume do tráfego, bem como qualquer tipo de serviço público ou particular. Quanto maior a proporção de trabalhadores locais nesta fase, menor o impacto sobre a infra-estrutura.



VII.4.3-Impactos sobre Sítios Históricos, Culturais e Arqueológicos

VII.4.3.1-Fase de Implantação

Levantamentos realizados até esta data revelaram que existem sítios históricos, culturais ou arqueológicos de significado que tenham sido identificados nas proximidades do local do projeto e que possam ser atingidos pela obra. O mesmo se aplica a assentamentos indígenas em Uruguaiana.

VII.4.3.2-Fase de Operação

Os sítios históricos, culturais e arqueológicos poderiam sofrer algum impacto negativo pela deposição das emissões aéreas. Como não existem sítios deste tipo nas proximidades da futura usina, e como os padrões de emissão devem ser obedecidos, não devem ocorrer impactos deste tipo.

VII.4.4-Impactos Sobre os Padrões de Uso do Solo

A usina estará localizada no distrito industrial de Uruguaiana, sendo portanto a sua atividade perfeitamente compatível com a classificação de uso do solo dada pela Prefeitura de Uruguaiana.

O projeto terá pouco impacto no que se refere a usos incompatíveis, tal como algum desenvolvimento residencial ou um povoamento significativo.

VII.4.5-Impactos Sobre os Aspectos Estéticos

Os aspectos estéticos não serão alterados em relação à situação atual. Os silos e sistema de correias da CAUL são semelhantes em altura e escala às chaminés da usina a ser construída. Outros impactos visuais serão minimizados através do uso de alternativas arquitetônicas e de paisagismo.

VII.4.6-Impactos sobre a Saúde Pública

VII.4.6.1-Fase de Construção

O tráfego nesta fase deverá elevar o nível de ruído e as emissões aéreas ao longo das estradas que vão para o sítio da obra. A geração de resíduos e emissões aéreas será controladas na medida do possível, procurando reduzir a geração e transporte de lixo próximo a residências. As atividades de trabalho serão limitadas às horas de luz do dia, minimizando distúrbios durante as horas normalmente calmas.

VII.4.6.2-Fase de Operação

O tipo de emissão mais significativo é aquele relacionado à operação propriamente dita da usina. A exposição da população a emissões perigosas e/ou lançamento de resíduos em corpos d'água, lençóis freáticos, ar e solo podem ter um impacto importante sobre a saúde das pessoas que habitam na região. As emissões da operação normal do tipo de instalação proposta, especialmente sobre o ar e a água, devem ir ao encontro dos padrões e limites estabelecidos pelos órgãos ambientais. Adicionalmente, a tecnologia selecionada para a planta é bem estabelecida. Isto representa uma segurança do ponto de vista de potenciais acidentes e falhas que podem prejudicar o público ou os empregados da usina.

VII.4.7-Estabilidade regional

Um importante indicador do previsível impacto econômico de um empreendimento a ser localizado em uma determinada região é dado pelo item “estabilidade regional”. A adequada compreensão deste indicador, entretanto, exige uma digressão preliminar.

Normalmente, o indicador de estabilidade regional é elaborado a partir da análise do impacto da localização de um empreendimento que aumenta o valor das exportações dessa região (por exemplo, a instalação de uma fábrica de sucos que processa e vende matéria-prima de uma área de 3 ou 4 municípios). Dado esse fato, a análise se processa do modo descrito abaixo.

A implantação da fábrica aumenta a base econômica da região e isto tem um efeito multiplicador sobre a renda, o emprego e a arrecadação. Mas, o efeito multiplicador é uma faca de dois gumes, pois opera nos dois sentidos. Se ocorrer uma retração da demanda do produto exportado, também há uma retração multiplicada da renda, do emprego e da arrecadação. Esta é a raiz do problema estabilidade x instabilidade regional.

Aqui, há três casos a considerar. Primeiramente, pode-se ter o caso de uma empresa que amplia a base exportadora da região, sem a diversificar (produção adicional de um produto já exportado pela região). Nesta situação, tem-se um aumento da instabilidade regional. Em segundo lugar, pode-se ter o caso de uma empresa que amplia a base exportadora da região, ao mesmo em que a diversifica (novo produto de exportação), mas com um produto de demanda instável. Nesta situação, tem-se um impacto intermediário no que tange à estabilidade regional (a diversificação aumenta a estabilidade, enquanto que as flutuações na demanda do produto a diminuem). Em terceiro lugar, pode-se ter o caso de um investimento que amplia a base exportadora e a diversifica através de um produto de demanda firme. Neste caso, tem-se o mais alto impacto positivo sob o ponto de vista da estabilidade.

A implantação da UTE a gás natural em Uruguaiana, evidentemente, inclui-se no terceiro caso acima apontado, pois a produção de termelétricidade é um item novo na pauta exportadora do município e, dadas as características de sua integração à matriz energética brasileira, estamos diante de um produto de demanda firme.

Além disso, como se trata da produção de um insumo energético, de que tanto carece a região sudoeste do Estado do Rio Grande do Sul, a sua disponibilidade ao nível da região possibilitará a implantação de novos empreendimentos que, certamente, ampliarão a base exportadora da região e, provavelmente, aumentarão ainda mais a estabilidade regional (principalmente, se vierem a produzir, como já foi assinalado, produtos de demanda firme). Estamos, aqui, diante de um verdadeiro impacto terciário, previsível ao menos qualitativamente. Isto, por sua vez, nos leva ao item seguinte da análise.

VII.4.8-Necessidades Comunitárias

Em um processo de desenvolvimento que se caracteriza por uma ponderável taxa de crescimento demográfico, as necessidades comunitárias de qualquer região ou localidade afetada por esse processo corporificam-se em elevadas aspirações de oportunidades de emprego, acompanhadas de expectativas de uma infra-estrutura adequada de serviços urbanos. Estas aspirações e expectativas, entretanto, transformam-se em verdadeira ansiedade quando, em casos como o atual no Brasil, onde a estabilidade monetária é mantida através de uma política monetária desproporcional em termos mundiais (taxa de juros mais alta do mundo) e uma taxa de câmbio sobrevalorizada (da ordem de 30%, segundo a maioria dos estudiosos), se vêem prejudicadas as exportações e o próprio crescimento econômico (previsão de menos de 2% no ano de 1998). Nesta situação, evidentemente, a questão do (des)emprego é crucial.

Na fronteira sudoeste do Rio Grande do Sul, região tradicionalmente deprimida economicamente, por razões geopolíticas, historicamente enraizadas, a chegada de um empreendimento como a UTE a gás natural de Uruguaiana é um acontecimento da mais alta repercussão nos anseios e nas expectativas da comunidade local, principalmente se levarmos em conta o previsível impacto terciário (indução de novos empreendimentos) que sua instalação propiciará. Por outro lado, é bom acrescentar que esta repercussão não é uniforme em todas as pessoas. O maior impacto se dá, evidentemente, nas pessoas diretamente preocupadas com o (des)emprego, isto é, as autoridades municipais e os próprios trabalhadores. Já no caso de pessoas bem estabelecidas na região, em atividades tradicionais e estáveis, um empreendimento inovador como o que está sendo analisado pode vir a ser visto até com desconfiança.

VIII-MEDIDAS MITIGADORAS, COMPENSATÓRIAS E PROGRAMAS DE CONTROLE DE MONITORAMENTO

VIII.1-Introdução

A AES Brasil Elétrica Ltda. compromete-se em minimizar os impactos ambientais do projeto durante as fases de construção e operação. Os possíveis impactos ambientais do projeto foram examinados no Capítulo VII. O projeto foi planejado com o objetivo de cumprir as exigências dos regulamentos ambientais aplicáveis com relação aos limites determinados para emissões atmosféricas, lançamento de efluentes hídricos, geração de ruídos e gerenciamento de resíduos sólidos. Os possíveis impactos foram considerados durante a avaliação ambiental conduzida pela AES e as futuras instalações foram planejadas com o objetivo de minimizar, o máximo possível, estes impactos através da incorporação de medidas mitigadoras apropriadas. Apresentamos abaixo os diversos aspectos das possíveis medidas mitigadoras que foram avaliadas:

- componente ambiental afetado;
- viabilidade da medida mitigadora;
- fase do projeto quando a medida for implantada;
- nível de eficiência ou eficácia da medida; e
- responsabilidade organizacional para implantação.

A AES implementará um programa de monitoramento ambiental visando identificar as condições ambientais gerais da região antes da construção do empreendimento e após o início das operações da usina termoeletrica. Além disso, serão monitoradas as emissões atmosféricas das instalações, os efluentes hídricos, o nível de ruídos e o gerenciamento de resíduos sólidos, a fim de garantir o cumprimento das exigências dos regulamentos ambientais, como também, minimizar os possíveis impactos ambientais.

A AES estabelecerá uma estrutura organizacional de três níveis para gerenciar assuntos voltados a segurança e ao meio ambiente associados as fases de construção e operação do projeto. Uma estrutura organizacional para a fase pré-operacional será estabelecida para lidar com assuntos voltados a segurança e ao meio ambiente associados à fase de construção. A estrutura organizacional estabelecida para a fase pré-operacional será modificada e aumentada quando estiver mais próxima da fase operacional. Estas

mudanças se processarão de tal forma que no início da fase operacional uma nova estrutura organizacional terá sido implantada.

O Gerente de Projetos da AES assumirá responsabilidades importantes as quais lhe darão o título de Diretor Ambiental da fase pré-operacional do projeto. O Gerente de Instalações da AES assumirá responsabilidades importantes as quais lhe darão o título de Diretor Ambiental da fase operacional. O segundo nível da estrutura organizacional, composta pelo efetivo senior, na fase pré-operacional receberá o cargo de Gerente Ambiental designado por área e na fase operacional o cargo de Superintendente de Área, denominado por função. Esse pessoal será responsável por garantir a devida implementação dos planos e programas ambientais e de segurança. A mão-de-obra (supervisores de construção, ajudantes, técnicos plantonistas, técnicos de manutenção etc.) será considerada o terceiro nível da estrutura operacional, responsável pela eficaz implementação das instruções dos Gerentes Ambientais e dos Superintendentes de Área.

O Diretor Ambiental de ambas as fases do projeto, em conjunto com o diretor do IBAMA do mesmo nível hierárquico, responsável pelo projeto, coordenarão as atividades da AES no local. Os Diretores Ambientais da AES manterão contato com grupos da comunidade local que estão interessados ou serão afetados pelos programas ambientais.

A estrutura organizacional a nível de gerenciamento ambiental da fase de construção será administrada pelo Gerente de Projeto da AES, que atuará como Diretor Ambiental. O Gerente de Projeto selecionará determinados Gerentes Ambientais para administrarem o levantamento e avaliação de dados ambientais e elaborarem documentos relacionados ao cumprimento das exigências dos regulamentos ambientais. Outros Gerentes Ambientais serão designados para administrar atividades de monitoramento do ar, monitoramento de água, monitoramento de ruídos, prevenção de poluição e aspectos relacionados a segurança e saúde das atividades pré-operacionais. Durante a fase pré-operacional de engenharia do projeto, os Gerentes Ambientais serão responsáveis pela elaboração de planos de trabalho relacionados as atividades de monitoramento, gerenciamento da análise de dados, avaliação de impactos ambientais (incluindo elaboração de modelos hipotéticos), supervisão da elaboração do relatórios de impacto ambiental (RIMA) e outros documentos sobre meio ambiente que se façam necessários, bem como pela elaboração de planos de segurança e saúde e de prevenção de poluição para a fase de construção. As principais responsabilidades funcionais dos Gerentes Ambientais incluirão:

- revisão dos atuais dados meteorológicos e de qualidade do ar e coleta de dados complementares (incluindo elaboração de planos de trabalho com relação ao programa de monitoramento);
- análise dos dados meteorológicos e de qualidade do ar, interpretação, e análise dos impactos (incluindo a elaboração de modelos hipotéticos referentes a qualidade do ar);
- revisão dos atuais dados de qualidade da água do ambiente e coleta de dados complementares (incluindo elaboração de planos de trabalho referentes ao programa de monitoramento);
- análise dos dados de qualidade da água, interpretação e análise dos impactos (incluindo a elaboração de modelos hipotéticos referentes a plumas térmicas, caso seja necessário);
- levantamento de dados sobre ruídos (incluindo elaboração de planos de trabalho referentes ao programa de monitoramento);
- elaboração de relatórios ambientais e outras documentações que poderão ser necessárias para o cumprimento das exigências das regulamentações governamentais ou de instituições financeiras;
- elaboração e implementação de um plano de prevenção de poluição para a fase de construção;
- elaboração e implementação de um plano de segurança e saúde para a fase de construção;
- condução de uma auditoria para garantir o cumprimento dos procedimentos elaborados para o gerenciamento e minimização de impactos ambientais durante a fase de construção, bem como a segurança e saúde dos funcionários; e
- elaboração e implementação de programas de treinamento para os funcionários.

Os Gerentes Ambientais serão pessoal senior treinado, que se reportarão diretamente ao Gerente de Projeto da AES. Outros consultores independentes das áreas de engenharia e meio ambiente serão contratados conforme as necessidades, para dar apoio às atividades de elaboração de planos de trabalho, coordenação e execução de programas de monitoramento, análise de dados, avaliação do desempenho dos modelos elaborados, elaboração do relatório ambientais, e elaboração de programas de segurança e saúde e prevenção de poluição.

A estrutura organizacional a nível de gerenciamento ambiental, na fase operacional, será administrada pelo Gerente de Instalações da AES, que atuará como Diretor Ambiental. O Gerente de

Instalações delegará aos diversos Superintendentes de Área, responsabilidades quanto a implementação dos programas ambientais e de segurança e saúde. Superintendentes serão designados para as seguintes setores da usina termelétrica:

- sala de controle;
- turbinas e geradores de vapor que utilizam calor recuperado;
- outros equipamentos instalados;
- manuseio de materiais;
- instrumentos e controles elétricos;
- serviços de apoio e manutenção, e
- administração e financeira.

Antes do início da fase operacional da usina, concomitante as atividades da fase pré-operacional, os Superintendentes de Área elaborarão procedimentos ambientais específicos a cada área. Essas diretrizes apresentarão os procedimentos operacionais dos equipamentos, as medidas com relação a segurança e saúde, prevenção de poluição e vazamentos e àquela referentes a manutenção preventiva, a serem implementadas em cada setor das instalações.

Os procedimentos quanto a sala de controle e a área de geradores de vapor, incluirão uma descrição detalhada do programa de monitoramento meteorológico e de emissões atmosféricas da fase operacional. Isso incluirá uma descrição da operação, calibração, manutenção dos equipamentos de monitoramento dos gases de combustão instalados nas chaminés e de outros equipamentos de amostragem voltados a poluição atmosférica.

Procedimentos quanto a outros equipamentos instalados, incluirão descrições detalhadas da operação e manutenção dos equipamentos de tratamento de efluentes e àqueles relacionados ao controle de poluição da água. Esses procedimentos incluirão também detalhes do programa de monitoramento de qualidade da água da fase operacional do projeto. Os planos para as atividades de monitoramento incluirão: detalhes dos parâmetros a serem medidos; as técnicas e equipamentos a serem utilizados; frequência das medições; programas de controle e garantia de qualidade a serem implementados e requerimentos quanto ao controle de arquivos internos e elaboração de relatórios externos. Esses procedimentos incluirão detalhes referentes ao programa de monitoramento de ruídos e manuseio de resíduos sólidos.

Os procedimentos das outras áreas incluirão a examinação dos seguintes aspectos:

- manuseio e armazenamento de óleo combustível e produtos químicos perigosos;
- procedimentos adotados no caso de vazamentos, derramamentos ou em outras situações de emergência;
- eliminação de lodos gerados no processo de tratamento de água, tintas e solventes utilizados e outros resíduos industriais; e
- implementação de medidas para garantir a segurança e saúde dos funcionários.

Os Superintendentes de Área serão responsáveis, dentro de sua área de atuação, pela implementação dos procedimentos mencionados acima. Esses garantirão que os funcionários sob seu controle sejam devidamente treinados em assuntos voltados a proteção do meio ambiente e segurança e saúde, bem como que os mesmos constantemente cumpram todos os limites ambientais ou critérios estabelecidos quanto ao ambiente. Caso seja necessário, os funcionários reportarão às autoridades regularizadoras apropriadas, qualquer situação quanto ao não cumprimento desses limites ou critérios.

Além dos três níveis de gerenciamento, a AES possui Grupos de Trabalho distintos que atuam nas áreas de proteção ao meio ambiente e de saúde que conduzem auditorias das instalações da AES em toda parte do mundo. Esses Grupos de Trabalho conduzirão auditorias voltadas as suas respectivas áreas de responsabilidade, reportando os resultados à Diretoria da AES. A Usina Termelétrica de Uruguaiana estará sujeita a uma auditoria após o início da fase operacional das instalações.

VIII.2- Meio Físico

VIII.2.1-Medidas Mitigadoras Associadas ao Solo

As **medidas mitigadoras**, que serão detalhadas no Projeto Executivo, para a proteção dos solos tendo em vista as fases de preparação do sítio e implantação do empreendimento são descritas a seguir.

Preparação do Sítio

Com relação a às obras de preparação do sítio e seu posterior tratamento paisagístico, estas influirão de forma decisiva na redução dos seguintes impactos ambientais:



- erosão acelerada;
- assoreamento;
- instabilidade/movimentos de massa;
- impactos visuais;
- níveis de poeira e ruídos.

Implantação da Usina

O projeto executivo para a UTE de Uruguaiana deverá prever ações que caracterizam medidas mitigadoras quanto à erosão, assoreamento e movimentos de massa (instabilidade dos terrenos), tais como:

- execução de aterros;
- camada drenante de areia para fundação de aterros;
- drenos para fundação de aterros;
- segmento de drenos com tubos não perfurados;
- caixas de descarga e de conexão dos drenos;
- valetas de proteção;
- poços de visitas;
- coletores de águas pluviais;
- reaterro das cavas dos coletores;
- cabeceiras de entrada dos coletores de águas pluviais;
- calhas de descida d'água tipos L-1 e L-2 em concreto simples;
- calhas de descida de água em degraus;
- drenos profundos;
- revestimento com pedras rejuntadas com argamassa;
- enleivamento de taludes, valetas, canaletas, etc.

As finalidades ambientais de algumas ações que podem ser previstas para a implantação da UTE Uruguaiana estão descritas a seguir:

- a camada drenante de areia tem por finalidade conduzir as águas dos subleitos saturados para dentro dos drenos profundos e daí para fora das fundações dos aterros, evitar as subpressões, bem como servir de fundação dos aterros nos locais de solos moles ou saturados;

- a drenagem para fundação de aterros destina-se à interceptação e remoção das águas do subsolo que possam causar danos à obra ou impedir a execução das fundações dos aterros;
- as valetas de proteção têm por finalidade interceptar e afastar as águas superficiais a fim de proteger os terraplenos dos efeitos da erosão e da infiltração das águas;
- os poços de visita têm por finalidade permitir o acesso às tubulações da rede de drenagem para a realização de operações de inspeção, desobstrução e limpeza;
- os coletores de águas pluviais têm por finalidade propiciar a coleta e escoamento das águas superficiais provenientes das áreas externas e internas dos terraplenos que necessitam atravessar os corpos dos terraplenos, dando destino a estas águas conforme limites estabelecidos em projeto;
- as calhas de descida de água tipos L-1 e L-2 têm por finalidade conduzir as águas pluviais por sobre os taludes de aterro das plataformas até o terreno natural ou até algum dispositivo de drenagem específico, tais como valetas de proteção, valas de escoamento, etc.;
- as calhas de descida de água em aterros são de dois tipos: as do tipo L-1 destinam-se a captar as águas dos coletores pluviais e as do tipo L-2, as águas provenientes das canaletas de plataformas;
- as calhas de descida de água empregadas em cortes que interceptam pequenos talvegues, têm por finalidade conduzir as águas até a plataforma, onde recebem destinação específica;
- serão também usadas calhas de descida de água em degraus em plataformas justapostas, que apresentam greides em cotas diferentes, cuja finalidade é evitar o deságue das águas superficiais sobre as plataformas em cotas inferiores;
- as canaletas de plataforma têm por finalidade a proteção dos terraplenos durante o período entre a conclusão de terraplanagem e a execução da drenagem definitiva, tendo assim caráter provisório;
- as valas de escoamento integrarão todo o sistema de drenagem, dando destino às águas para seus pontos de escoamento natural, no terreno fora dos limites da área da Usina.
- a drenagem profunda destina-se à interceptação e remoção das águas do subsolo que possam causar danos à obra, principalmente ao poder de suporte do solo.

Os drenos profundos são construções constituídas de valas abertas nos locais indicados em projeto e pela fiscalização, munidos de tubos perfurados de diâmetro nominal 0,20 m, assentados sobre 0,07 m de material drenante no fundo das valas; as valas são posteriormente preenchidas completamente com materiais drenantes. Os drenos terão seu material drenante envolto em uma manta de poliéster, tipo



Bidin ou similar, e seu topo ligado ao greide do terrapleno, através de um selo de argila, conforme as dimensões indicadas no projeto.

Os perfis (fundos) dos drenos acompanharão os greides dos terraplenos e, no caso de eles terem declividade inferior a 0,5%, a declividade mínima dos fundos das valas será de 0,5%. As saídas serão na drenagem pluvial e nos taludes, conforme cada caso indicado no projeto.

As caixas coletoras são dispositivos que captam as águas que procedem das canaletas de plataforma para conduzi-las aos coletores pluviais. O revestimento com pedras rejuntadas com argamassa será empregado nos taludes e fundo das valas de escoamento para protegê-las da erosão.

O enleivamento consiste do assentamento de leivas sobre uma superfície de terra, sendo as leivas torrões de grama de forma retangular ou quadrada, com espessura média de 5 a 7 cm de terra vegetal aderida. Será executado o enleivamento de todas as áreas verdes, bem como de todas as superfícies possíveis de erosão e com possibilidade de desenvolvimento de grama, tais como:

- valetas de proteção de cortes e aterros com declividade maior ou igual a 3%;
- saias-de-aterro;
- valas de escoamento;
- taludes de cortes e aterros, etc.

VIII.2.2-Programa para Controle de Impactos Geológicos e Geomorfológicos

VIII.2.2.1-Gerenciamento das Águas Pluviais e Controle da Erosão do Solo e do Assoreamento

O planejamento da construção da usina termoeletrica proposta e da operação das instalações, após a fase de construção, incorporará boas práticas de gerenciamento, visando controlar o fluxo de águas pluviais no local durante períodos de chuvas fortes, minimizar a possível contaminação das águas pluviais, minimizar a erosão do solo, bem como controlar a quantidade de sedimentos na coleta das águas pluviais.

As atividades de nivelamento do local de implantação do projeto e estocagem de materiais serão conduzidas utilizando-se técnicas que têm como objetivo minimizar a possível erosão do solo no local. Onde for apropriado cercas serão instaladas nas áreas em declive da área de construção, a fim de limitar a quantidade de sedimentos nas águas pluviais. Bacias para coleta de sedimentos serão construídas de acordo com as necessidades, com o objetivo de fornecer um meio de remover os sedimentos e reduzir a vazão das águas pluviais no local de implantação do projeto durante períodos de chuvas fortes. A eficácia



das atividades de gerenciamento das águas pluviais, como também as medidas tomadas para controlar a erosão do solo/sedimentos será avaliada regularmente. Essa avaliação será baseada em inspeções visuais dos componentes estruturais envolvidos e do fluxo das águas pluviais. Especificamente, será enfatizado a condução de inspeções visuais durante e imediatamente após a ocorrência de períodos significantes de chuvas fortes.

Áreas específicas serão estabelecidas para estacionamento de veículos e estocagem de materiais utilizados nas atividades de construção, como também para armazenamento de combustíveis e produtos químicos a serem utilizados durante a fase de construção. Quando for necessário, serão tomadas medidas para limitar o efeito de precipitações nas matérias-primas, combustíveis e produtos químicos a serem utilizados durante a fase de construção do projeto. Onde for apropriado e praticável, serão fornecidas áreas cobertas e/ou contenção secundária para as áreas de estocagem.

Após finalização das obras de construção, o projeto incluirá um sistema para coleta e canalização das águas pluviais, cujo objetivo será minimizar a erosão do solo e controlar a vazão das águas pluviais do local durante chuvas fortes. Caso seja necessário, esse sistema poderá incluir uma ou mais bacias para coleta das águas pluviais, a fim de reduzir a vazão das águas pluviais do local durante períodos de chuvas fortes. O fluxo das águas pluviais, das áreas de estocagem de óleo, será canalizado ao separador de água e óleo antes de ser lançado num local fora da área das instalações. A vegetação das áreas não pavimentadas, que for prejudicada durante as atividades de construção, será estabelecida novamente, a fim de minimizar possíveis erosões do solo. Práticas de estocagem de óleo e produtos químicos serão desenvolvidas, visando minimizar o efeito das águas pluviais nos óleos e produtos químicos utilizados nas operações da usina e armazenados no local. Regularmente, os componentes do sistema para coleta e canalização das águas pluviais serão inspecionados visualmente. Serão executados serviços de manutenção a fim de garantir a devida operação dos componentes do sistema.

VIII.2.2.2-Águas Subterrâneas

O suprimento de água da usina termoelétrica poderá ser obtido através da captação das águas subterrâneas do aquífero de Botucatu, situado no arenito abaixo da região. Atualmente, (novembro de 1997), estão sendo conduzidos testes de bombeamento das águas subterrâneas do aquífero, a fim de avaliar o possível impacto de um período prolongado de bombeamento no nível da água do aquífero, nos poços instalados no aquífero e nas formações não profundas de basalto. Será elaborado um plano para



monitorar o nível das águas subterrâneas nas proximidades do local de implantação do projeto, utilizando os poços existentes e/ou novos poços instalados nas formações de basalto e de arenito. Esse monitoramento será conduzido trimestralmente, imediatamente antes e durante a fase de construção. Um programa semelhante, de medição trimestral das águas subterrâneas, será conduzido durante o primeiro ano de operação da usina termoeletrica. Caso não seja identificado nenhum efeito prejudicial no nível da água do aquífero, sendo que este efeito é definido como a observação de impactos negativos na capacidade dos poços localizados fora da área do empreendimento, as atividades de monitoramento serão conduzidas somente duas vezes por ano, a partir desta verificação.

A qualidade das águas subterrâneas do(s) poço(s) de suprimento instalado(s) no local será(ão) monitorado(s) trimestralmente, durante o período imediatamente antes e durante a fase de construção. Os parâmetros a serem analisados serão aqueles que provavelmente impactarão a utilização de água nas instalações, como também aqueles que provavelmente influenciarão na qualidade das águas lançadas da usina. Os parâmetros incluirão: temperatura, pH; alcalinidade; condutividade; minerais dissolvidos; íons comuns (bicarbonato, cálcio, magnésio, flúoreto, cloreto, potássio, sódio); metais; total de sólidos em suspensão; e total de sólidos dissolvidos.

Durante a fase de operação das instalações, as águas subterrâneas canalizadas à usina serão monitoradas de maneira contínua, a fim de verificar os seguintes parâmetros: temperatura, condutividade, pH e opacidade. Além disso, durante o primeiro ano de operação da usina, a qualidade das águas subterrâneas também será monitorada, trimestralmente, a fim de verificar parâmetros adicionais, incluindo: alcalinidade; minerais dissolvidos; íons comuns; total de sólidos em suspensão; e total de sólidos dissolvidos. Caso a qualidade da água, conforme observado durante o período de um ano de monitoramento trimestral, ficar constante e esteja dentro dos valores pré-determinados, quanto aos parâmetros da água a ser utilizada nas torres de refrigeração da usina, a frequência do programa de amostragem será alterada de trimestral para semestral, a partir deste momento.

VIII.2.2.3-Criação de Banco de Dados

Será estabelecido um banco de dados cartográficos, através de um Sistema Geográfico de Informações- SGI, objetivando:

- criar uma base cartográfica única para o mapeamento das informações já levantadas e das resultantes dos diversos monitoramentos propostos;
- simplificar a comparação temporal e espacial dos diferentes parâmetros avaliados.

VIII.2.3-Programa para Monitoramento dos Recursos Hídricos

No período imediatamente antes e durante a fase de construção, serão caracterizados os recursos hídricos superficiais (Rio Uruguai e/ou Rio Arroio do Imbaa), que poderão ser impactados pelas atividades de construção e operação da usina proposta. Existe uma quantidade significativa de dados levantados pelo DNAEE e pela CORSAN com relação a qualidade das águas do Rio Uruguai. Conseqüentemente, as fontes de dados existentes serão utilizadas para caracterizar a qualidade das águas do Rio Uruguai e a AES não pretende conduzir atividades de amostragem das águas do rio antes do início da fase operacional da usina.

Não existem dados com relação a qualidade das águas do Rio Arroio do Imbaa. Esses dados serão levantados como parte do programa trimestral de monitoramento da qualidade da água a ser implementado antes do início da fase operacional da usina. A análise das primeiras amostras retiradas do Rio Arroio do Imbaá incluirão todos os parâmetros que possuem critérios designados, referentes a qualidade da água ambiental em corpos de águas brasileiras do tipo Classe 2. Os parâmetros incluirão: temperatura; pH; óleos e graxas; total de bactérias fecais e coliformes; DBO; DQO; oxigênio dissolvido; opacidade; metais (Al, As, Ba, Be, B, Cd, CN, Pb, Co, Cu, Cr⁺³, Cr⁺⁶, Sn, Fe, Li, Mn, Hg, Ni, Ag, Se), íons comuns; (bicarbonato, cálcio, magnésio, fluoreto, cloreto, potássio, sódio); cloro residual; sulfatos; sulfetos; fosfato; minerais dissolvidos; alcalinidade; total de sólidos em suspensão; total de sólidos dissolvidos; nitrogênio na forma de amônia; nitratos; nitritos; compostos orgânicos voláteis (COVs); compostos orgânicos semi-voláteis (COVSS); pesticidas; e PCBs. Atividades adicionais de amostragem serão conduzidas durante o período pré-operacional do projeto a fim de verificar uma lista de parâmetros mais limitados (provavelmente, isto não incluirá COVs, COVSS, pesticidas e PCBs e possivelmente incluirá um número menor de metais). A vazão das águas do Arroio do Imbaá será estimada como parte das atividades associadas a cada retirada de amostras de água.

Os efluentes associadas à construção do projeto serão compostos, principalmente, das águas sanitárias geradas pela mão-de-obra empregada no local, bem como de águas geradas pelas atividades de desidratação das terras da área de construção. As águas sanitárias serão coletadas e transportadas para tratamento fora do local ou tratadas no local, utilizando uma estação de tratamento de efluentes, na forma de um “pacote” pronto para usar. Caso uma estação deste tipo for utilizada, o lançamento de efluentes do local será monitorado mensalmente a fim de verificar parâmetros tais como: pH; DBO; total de bactérias coliformes; total de sólidos em suspensão e total de sólidos dissolvidos. Os efluentes lançados do local



estarão de acordo com os limites brasileiros aplicáveis, definidos na Resolução No. 20 de 18 de junho de 1986.

As águas associadas às atividades de desidratação das terras da área de construção serão canalizadas para uma bacia de sedimentação, antes do lançamento destas águas num lugar fora do local de construção. O processo de descarga das águas da bacia de sedimentação será inspecionado semanalmente, a fim de garantir a remoção adequada de materiais sólidos.

Durante a fase operacional da usina, as atividades de monitoramento da qualidade da água estarão focalizadas no suprimento de água, entrando na usina e no lançamento dos efluentes das instalações. Conforme mencionado na seção anterior, as atividades de monitoramento da qualidade das águas subterrâneas incluirão o monitoramento contínuo da temperatura, condutividade, pH e opacidade e, durante o primeiro ano de operação da usina, o monitoramento trimestral de: alcalinidade; minerais dissolvidos; íons comuns; total de sólidos em suspensão e total de sólidos dissolvidos. As águas superficiais canalizadas para o local de implantação do projeto serão monitoradas utilizando-se parâmetros semelhantes e numa frequência semelhante a programação do programa mencionado acima. O monitoramento das águas superficiais incluirá parâmetros adicionais, tais como DBO e fenóis. Conforme visto anteriormente no caso do monitoramento das águas subterrâneas, caso seja apropriado, a frequência do programa de monitoramento das águas superficiais será alterada de trimestral para semestral, a partir do segundo ano de operação da usina.

Dois pontos serão estabelecidos para monitoramento dos efluentes da usina. Um ponto, para monitoramento contínuo de pH será estabelecido na usina, na saída de efluentes do tanque de neutralização no sistema de desmineralização. Além disso, o lançamento da combinação de todos os efluentes da usina será monitorado continuamente quanto a temperatura, vazão e pH. Essa combinação de efluentes será monitorado mensalmente, com relação aos parâmetros que possuem limites brasileiros apropriados, conforme relacionado na Resolução N° 20. Os parâmetros a serem monitorados mensalmente incluirão: pH, óleos e graxas, DBO, metais, sulfato, fosfato, fenóis e cloro residual.

As águas sanitárias geradas pela usina, durante a fase operacional, se apropriado, serão eliminadas utilizando-se um sistema subterrâneo de tratamento de esgoto, composto de semidouro e campo de lixiviação. Caso exista uma camada fina de solo e/ou lençol freático de nível alto, o uso deste tipo de sistema não será possível e as águas sanitárias serão canalizadas para uma estação de tratamento de efluentes do tipo “pacote” de fácil instalação. O monitoramento dos efluentes lançados desta estação de



tratamento incluirá atividades de amostragem e análise conduzidas mensalmente, semelhantes às atividades propostas quanto a estação de tratamento do mesmo tipo a ser utilizada durante a fase de construção.

VIII.2.4-Programa de Monitoramento da Qualidade dos Recursos Atmosféricos

As atividades de construção poderão resultar em emissões de poeira causada pelas escavações no local, uso de explosivos, caso seja necessário, transporte de materiais por vias não pavimentadas e pilhas de terra e por outros materiais estocados. As colocações de concreto no local também poderão gerar emissões de poeira. As atividades de construção do projeto envolverão a utilização de equipamentos pesados tais como: viature-lagartas; máquinas escavadoras, guindastes móveis; compressores e caminhões para transporte de concreto. Essas equipamentos, além de gerarem poeira, também causarão emissões atmosféricas devido a queima de óleo diesel. As emissões de poeira e da queima de óleo diesel serão temporárias e geralmente ocorrerão apenas no local da construção.

Com o objetivo de minimizar a geração de poeira, será lançado um jato de água nas pilhas de terra e nas vias de acesso ao local de construção, de acordo com as necessidades. Para minimizar a erosão do solo do local, a vegetação existente permanecerá intacta em locais fora das principais áreas de construção. Quanto a limitação da geração de emissões atmosféricas causadas pela queima de óleo diesel, visando o controle desses tipos de emissões, os equipamentos utilizados na construção serão mantidos em boas condições de funcionamento e desligados quando não forem utilizados.

Em 3 de outubro de 1997, a AES iniciou um programa de monitoramento do ambiente que durará 3 meses. Esse programa visa caracterizar as condições ambientais existentes da região antes do início da implantação do projeto. Atualmente as atividades de monitoramento estão enfocadas no que se refere a quantidade de SO_2 , NO_x , NO_2 e do total de partículas em suspensão na atmosfera. O monitoramento meteorológico inclui: temperatura, velocidade do vento, direção do vento e índice pluviométrico. As técnicas, equipamentos e métodos de garantia e controle de qualidade especificados nos métodos de referência da EPA dos EUA estão sendo utilizados. O local de monitoramento está localizado em uma subestação da CEEE que encontra-se 3 km ao Sul do local de implantação do empreendimento.

Durante a fase operacional na usina, as emissões atmosféricas serão limitadas a níveis baixos devido a utilização de gás natural como o principal combustível e ao planejamento das instalações.

Durante a operação diária na usina será conduzido o monitoramento contínuo das emissões atmosféricas com relação a opacidade (partículas), NO_x e CO. O sistema para monitoramento das emissões de NO_x e CO incluirá um aparelho monitor de oxigênio para atender ao problema de diluição e fornecer dados para o cálculo das emissões em ng/J. O monitoramento da qualidade do ar do ambiente não será conduzido porque o monitoramento das emissões atmosféricas será suficiente para demonstrar que os impactos ambientais estão muito baixos com relação aos padrões de qualidade do ar do ambiente. As técnicas, equipamentos e métodos de garantia e controle de qualidade especificados nos métodos de referência da EPA dos EUA (ou equivalente) serão utilizados.

VIII.2.5-Programa de Monitoramento de Ruídos

Antes do início das operações da usina será conduzido uma pesquisa sobre nível de ruídos, visando determinar os níveis existentes no perímetro. As atividades de construção do projeto gerarão ruídos. Os equipamentos pesados, utilizados na preparação do local, as bate-estacas e caso seja necessário, os explosivos, gerarão ruídos durante a fase de construção do projeto. Embora temporariamente, esses ruídos podem prejudicar a mão-de-obra da construção e outros receptores fora do local. A mão-de-obra no local será equipada com aparelhos apropriados de proteção auricular para limitar o efeito dos ruídos e para cumprir as exigências das regulamentações relativas a segurança e saúde do trabalho. Caso seja necessário, os explosivos serão utilizados durante o dia.

O planejamento básico da usina garantirá que os níveis de ruídos no perímetro estejam de acordo com os padrões estabelecidos pelas regulamentações específicas. Após 3 meses de operação da usina, uma segunda pesquisa será conduzida visando identificar os níveis de ruídos no perímetro causados pelas operações das instalações a plena carga. Ao mesmo tempo, os níveis de ruídos nas proximidades das principais fontes serão medidos e utilizados como base para futuramente monitorar o cumprimento dos regulamentos. Anualmente serão feitas medições de todas as principais fontes de ruídos do local. No caso de um equipamento ser substituído, os níveis de ruídos do novo equipamento serão medidos após do mesmo ter sido utilizado durante um mês. Além disso, anualmente será feita uma pesquisa do nível de ruídos no perímetro do local. Técnicas e métodos de garantia e controle de qualidade padronizados serão utilizados.



VIII.3-Meio Biótico

VIII.3.1-Medidas Mitigadoras e Compensatórias

VIII.3.1.1-Ecosystemas Terrestres

Vegetação

Com relação ao sítio de implantação da UTE Uruguaiana, é importante que as atividades relacionadas às obras da unidade sejam realizadas de modo a evitar alterações de locais que não sejam diretamente vinculadas às instalações, restringindo ao máximo a depleção de habitats fora do estritamente necessário.

a) adoção de medidas que visem controlar os processos erosivos decorrentes da ação da chuva sobre o terreno exposto, visando evitarem-se efeitos adversos nos locais que naturalmente recebem as águas que circulam na gleba, acompanhando os trabalhos de terraplenagem e posterior construção das obras civis.

b) adequação paisagística do entorno da unidade após a finalização das obras, utilizando-se preferencialmente espécies vegetais de ocorrência natural na região. Com relação aos locais incluídos no terreno de propriedade da AES e que não serão afetados pela obra da usina (algo em torno de 85% do total), é importante que sejam mantidas condições que permitam a ocupação desses espaços pelas comunidades que neles ocorriam anteriormente à realização das obras. Nos trabalhos de recomposição paisagística do entorno da usina, é importante que se evite o plantio indiscriminado de essências arbóreas exóticas, dando-se prioridade à utilização dos recursos florísticos regionais.

c) adoção de medidas de controle ambiental na área de influência direta do empreendimento e seu entorno imediato, visando o controle de queimadas e a recuperação das matas ciliares de arroios e sangas, principalmente no caso de que venha a ser utilizada a opção de retirada de água do arroio Imbaá, cujas matas ciliares, nas proximidades da usina, apresentam-se em bom estado de conservação.

d) isolamento da faixa de domínio do gasoduto com cercas que permitam a passagem de animais silvestres porém impeçam a invasão pelo gado. A adoção dessa medida mitigadora também tem caráter compensatório, uma vez que permitirá que a faixa de domínio do gasoduto funcione como um corredor ecológico ligando as diversas manchas da paisagem atingidas.

e) definição do traçado do sistema de adução de água e emissão de efluentes, a partir da modelagem por geoprocessamento, incluída na avaliação de impacto ambiental, que apresenta duas alternativas de traçado baseadas em critérios que incluem tanto a questão da transposição das áreas urbanas na periferia da cidade de Uruguaiana como a valorização dos descritores ambientais mais sensíveis



ou protegidos pela legislação ambiental, como as matas ciliares e áreas úmidas.

f)além dessas medidas mitigadoras sugere-se o investimento de recursos de acordo com a **Resolução do CONAMA 002/96** no Parque Estadual do Espinilho, que foi criado pelo decreto no 23.798 de 1975.

Essa unidade de conservação foi criada visando a preservação da associação gregária entre inhanduvaí (*Prosopis nigra*) e algarrobo (*P. algarobilla*), encontrando-se com frequência o espinilho (*Acacia caven*), que se concentram principalmente nos arredores de Barra do Quaraí, constituindo de 90 a 98% da vegetação arbórea do parque, de acordo com dados do Projeto Madeira do Rio Grande do Sul. Essas três espécies de leguminosas definem o aspecto dessa vegetação de caráter xeromórfico, peculiar dessa região do Estado.

O Parque Estadual do Espinilho possui uma área de aproximadamente 300 ha, mas que ainda não foi demarcada ou desapropriada. Na prática trata-se de uma unidade de conservação que só existe no decreto de criação.

Fauna

g)resgate de *Melanophryniscus atroluteus* (sapinho-encarnado), espécie importante regionalmente e que não migra para áreas vizinhas: Para isso será necessário selecionar uma área próxima, na qual os exemplares translocados tenham recursos semelhantes aos da área de origem. As populações poderão ser alvo de programa de monitoramento a fim de avaliar a eficácia dessa medida, visto que não existem registros de ações deste tipo com esse grupo animal.

h)manter preservada a área de vegetação arbustiva/arbórea mais densa localizada na parte sul da área prevista para implantação do empreendimento (conforme ilustrado no Anexo Aves VIII), mesmo que na forma de indivíduos isolados.

i)manutenção dos exemplares arbóreos presentes no terreno destinado à construção das instalações do empreendimento.

j)plântio das espécies arbóreas nativas presentes na gleba como forma de atenuar os efeitos da eventual retirada daquelas já existentes.

VIII.3.1.2-Ecossistemas Aquáticos

As medidas mitigadoras dos impactos de ocorrência sobre os ambientes aquáticos são as seguintes:

l) implantação de uma estação de tratamento de efluentes líquidos.

m) implantação de dispositivos de resfriamento das águas residuais que deverão retornar aos recursos hídricos superficiais.

n) instalação de tela de proteção em torno e a uma certa distância da boca do cano de sucção para a adução de água do rio Uruguai. A malha dessa tela não deverá ter mais de 1 cm² (um centímetro quadrado). A distância da tela à boca do cano deverá ser no mínimo igual ao diâmetro do mesmo. Essas medidas foram obtidas na portaria nº N-012 de 06 de abril de 1982, da ex-Superintendência do Desenvolvimento da Pesca – SUDEPE.

A Tabela 29 resume os impactos previstos, indica a medida mitigadora que constituirá o plano de controle do respectivo impacto e propõe a situação futura quando da UTE em operação, no que diz respeito a eficiência das medidas adotadas.

VIII.3.2-Programas de Controle e Monitoramento

VIII.3.2.1-Ecosistemas Aquáticos

O programa de monitoramento dos ambientes aquáticos será realizado mediante a utilização de testes de toxicidade aguda nos efluentes e testes de toxicidade crônica no corpo receptor, realizados em laboratório.

Os testes agudos serão realizados com os efluentes coletados nas saídas das estações de tratamento em várias diluições visando simular as condições do corpo receptor e estimar a concentração que eventualmente apresente toxicidade. Os testes crônicos serão realizados com água do corpo receptor colatada a montante e a jusante do ponto de lançamento dos efluentes.

Os organismos utilizados serão algas (*Selenastrum capricornutum*), microcrustáceos (*Daphnia similis*) e peixes (*Pimephalles promelas*) para a realização dos testes agudos, e *Selenastrum capricornutum*, *Ceriodahnia dubia* e *Pimephalles promelas* nos testes crônicos.

A estratégia de amostragem será mensal no primeiro semestre visando avaliar a eficiência dos sistemas de tratamento e efetuar ajustes se necessário. Após esse período os intervalos serão trimestrais. Após dois anos de acompanhamento esses intervalos deverão ser revistos em conjunto com o órgão fiscalizador.

Tabela 29–Relação dos Impactos Previstos sobre o Meio Biótico e suas Medidas de Controle (mitigação) a Serem Adotadas.

Impacto previsto	Estratégia de mitigação/compensação
Supressão da cobertura vegetal/alterações paisagísticas	Replântio (principalmente espécies arbóreas) e adequação paisagística do entorno da unidade
Surgimento de processos erosivos	Adoção de medidas de controle da erosão
Contaminação por óleo combustível	Adoção de medidas de segurança
Implantação do gasoduto	Definição do traçado apoiada em critérios de proteção ambiental e cercamento da faixa de domínio
Supressão de habitats pela descobertura do solo para abertura de acessos e construções	Translocação de exemplares de <i>Melanophryniscus atroluteus</i> (sapinho-encarnado)
Eliminação de substratos de nidificação de espécies de aves que constroem ninhos em árvores	Preservação dos indivíduos arbóreos existentes na área de influência direta
Eliminação de territórios de espécies de aves silvestres na área delimitada para a construção do empreendimento	Preservação da vegetação arbustiva mais densa da parte sul da área do empreendimento
Incremento dos níveis de ruído, poluição aérea e do solo	(ver mitigação da poluição aérea)
Contaminação das águas do arroio Imbaá com emissão de efluentes de origem sanitária	Implantação de estação de tratamento de efluentes
Aquecimento das águas do corpo receptor dos efluentes	Adoção de estratégias de resfriamento das águas residuais
Sucção de peixes pelo bombeamento de água de adução no rio Uruguai	Utilização de tela protetora de acordo com previsto em lei
Medidas compensatórias	
Controle de queimadas e preservação das matas ciliares do arroio Imbaá	
Investimento dos recursos previstos pela Resolução CONAMA 002/96 no Parque Estadual do Espinilho	

O monitoramento da influência da temperatura será realizado utilizando-se a taxocenose dos peixes como organismos representativos da biota aquática. Serão realizadas amostragens com esforço de captura padronizado em 3 locais situados a montante, nas imediações e a jusante do ponto de descarga, visando avaliar mudanças na estrutura da taxocenose dos peixes.

Serão utilizados índices de riqueza, diversidade e equitabilidade de acordo com MAGURRAN (1988) e KREBS (1989).

As amostragens serão anuais, realizadas entre os meses de outubro e dezembro.



VIII.4-Meio Sócio-Econômico

VIII.4.1-Programa de Remanejamento das Populações Urbanas e Rurais

O projeto proposto ocupará terras vazias na sua maior parte, utilizadas principalmente como pasto para criação de gado. Não existem estruturas comerciais no local. Existe uma única residência, atualmente ocupada por uma família de quatro adultos. O dono da casa é proprietário deste terreno e de diversos outros que serão adquiridas pelo projeto, através da execução de uma transação comercial convencional. Devido a natureza dessa transação, um programa formal de remanejamento não foi considerado apropriado ou necessário.

VIII.4.2-Programa de Relocação da Infra-Estrutura

Não existem expectativas de que a construção e operação do projeto irão requerer a desativação temporária ou permanente e/ou relocação das instalações de utilidade pública. A altura dessas instalações e das pontes localizadas no percurso das vias de transporte de equipamentos e materiais de construção serão inspecionadas, visualmente, antes do início das atividades de transporte, a fim de garantir a compatibilidade do tamanho da carga a ser movimentada com as estruturas localizadas no percurso das vias de transporte.

Com o objetivo de evitar congestionamento na rotatória que conecta a BR 290 e a BR 472, os veículos envolvidos nas atividades de construção serão desviados pela UR 408 ao local de implantação do projeto. Atualmente, essa via não está pavimentada, porém será nivelada e receberá uma superfície de pedregulho com o objetivo de acomodar as cargas pesadas previstas.

VIII.4.3-Programas de Saúde Pública

Existem 3 hospitais na cidade de Uruguaiana, com um total de 306 leitos e 11 centros de saúde, sendo 4 desses localizados em áreas rurais. Baseando-se nessa capacidade, existe a expectativa de que as necessidades da mão-de-obra envolvida no projeto, no que se refere a tratamento médico, em situações de emergência, serão facilmente atendidas pelo sistema de saúde existente. Um ambulatório, que lidará com pequenos ferimentos, será fornecido pela empresa de construção contratada e instalado no local de implantação do projeto. Esse ambulatório estará em operação durante o período de construção do projeto.



VIII.4.4-Programas de Salvamento e Preservação do Patrimônio Histórico, Cultural e Arqueológico

De acordo com a consultoria de um arqueologista, que possui um alto nível de conhecimento da região de Uruguiana e do local de implantação do projeto, foi determinado que esse local não faz parte de áreas pertencentes ao patrimônio histórico, cultural ou arqueológico. Esta opinião foi baseada nas características da região, que possui solos não adequados, no que se refere ao depósito e enterro de artefatos arqueológicos, bem como nas informações disponíveis sobre a localização de lugares deste gênero na região de Uruguiana. Conseqüentemente, um programa de medidas mitigadoras não está sendo contemplado no momento.

VIII.4.5-Programas de Capacitação Técnica

Existem expectativas de que o projeto irá gerar, diretamente, um número máximo de 550 empregos, durante o período de pico das atividades de construção. Aproximadamente a metade desses empregos, particularmente aqueles associados à instalação dos equipamentos elétricos e mecânicos do projeto, requerem treinamento acadêmico de nível superior e/ou treinamento técnico. Como as atividades associadas ao projeto serão iniciadas em menos de seis meses a contar da presente data, existe a necessidade imediata de uma mão-de-obra treinada e o tempo disponível para treinamento do pessoal da região é limitado. A empresa de construção contratada fará todos os esforços necessários para incluir no projeto uma mão-de-obra regional, procurando a participação das empresas locais de construção, que possuem mão-de-obra treinada capaz de atender os requerimentos do projeto. Atualmente, estima-se que aproximadamente 30 por cento dos empregos gerados, durante a fase de construção do projeto, serão executados por funcionários locais.

Além disso, o projeto contribuirá, indiretamente, na geração de muitos empregos associados ao suprimento local de materiais e alimentos, durante a fase de construção e operação do empreendimento. Na fase de construção, o projeto irá gerar uma demanda de materiais, ferragens e ferramentas que poderão ser adquiridas de empresas fornecedoras ou através das mesmas. A empresa de construção contratada se compromete a incluir no projeto mão-de-obra e empresas fornecedoras locais durante a fase de construção. Baseando-se em experiências prévias adquiridas durante a implantação de projetos semelhantes, a empresa de construção contratada tem a expectativa de que uma mão-de-obra local será utilizada para executar uma parte significativa dos empregos de construção diretamente ou indiretamente associados ao projeto.

Durante a fase operacional, cujo início está programado para o ano 2000, o projeto irá gerar aproximadamente 50 empregos permanentes, diretamente associados a operação da usina. A maioria desses empregos serão associados às atividades de operação e manutenção das instalações, exigindo treinamento técnico especializado. A AES trabalhará em conjunto com o colégio técnico-vocacional da Uruguaiana e com a universidade local, visando identificar e encorajar a implementação de programas educacionais e a criação de oportunidades que, possivelmente, resultarão na identificação de indivíduos que possuem as qualificações exigidas e interessados em participar nas atividades da usina.

Embora seja difícil prever, com certeza, o número exato de empregos diretamente ou indiretamente associados ao projeto, que serão gerados como resultado da construção e operação da usina, é ainda muito mais difícil estimar o índice de crescimento do número de empregos no mercado, associado à geração e disponibilidade de um suprimento confiável de energia elétrica. A construção da usina termoeletrica e gasoduto tem sido considerada nas decisões tomadas por empresas que pretendem expandir suas operações e implantar novas instalações na cidade de Uruguaiana. A Ford e a Fiat têm demonstrado a sua intenção de construir novos centros de suprimentos em Uruguaiana. A CEEE estimou que um número máximo de 18.000 empregos poderão ser gerados como resultado da implantação do projeto. Existem expectativas de que o treinamento necessário para a execução desses empregos será conduzido pelas indústrias locais, trabalhando em conjunto com as instituições governamentais e educacionais da região.

VIII.4.6-Projetos de Núcleos de Apoio à Obra

O problema de invasão, na região, de uma mão-de-obra imigrante, durante a fase de construção do projeto será resolvido com a construção de um conjunto de habitações temporárias. Esse conjunto de habitações será localizado num terreno vazio, afastado de vilarejos ou outros núcleos de população, aproximadamente a 2 Km do local de implantação do projeto. O conjunto de habitações servirá, primariamente, para atender as necessidades da mão-de-obra envolvida nas atividades associadas à preparação do local, como também de um menor número de funcionários que participarão da instalação dos equipamentos elétricos/mecânicos da usina. No conjunto de habitações destinadas a atender a mão-de-obra empregada serão instaladas áreas de recreação e de serviços de alimentação. Os funcionários serão transportados de ônibus ao local de implantação do projeto, esses veículos serão fornecidos pela empresa de construção contratada.



Durante a fase operacional, cujo início está programado para o ano 2000, o projeto irá gerar aproximadamente 50 empregos permanentes, diretamente associados a operação da usina. A maioria desses empregos serão associados às atividades de operação e manutenção das instalações, exigindo treinamento técnico especializado. A AES trabalhará em conjunto com o colégio técnico-vocacional da Uruguaiana e com a universidade local, visando identificar e encorajar a implementação de programas educacionais e a criação de oportunidades que, possivelmente, resultarão na identificação de indivíduos que possuem as qualificações exigidas e interessados em participar nas atividades da usina.

Embora seja difícil prever, com certeza, o número exato de empregos diretamente ou indiretamente associados ao projeto, que serão gerados como resultado da construção e operação da usina, é ainda muito mais difícil estimar o índice de crescimento do número de empregos no mercado, associado à geração e disponibilidade de um suprimento confiável de energia elétrica. A construção da usina termoeletrica e gasoduto tem sido considerada nas decisões tomadas por empresas que pretendem expandir suas operações e implantar novas instalações na cidade de Uruguaiana. A Ford e a Fiat têm demonstrado a sua intenção de construir novos centros de suprimentos em Uruguaiana. A CEEE estimou que um número máximo de 18.000 empregos poderão ser gerados como resultado da implantação do projeto. Existem expectativas de que o treinamento necessário para a execução desses empregos será conduzido pelas indústrias locais, trabalhando em conjunto com as instituições governamentais e educacionais da região.

VIII.4.6-Projetos de Núcleos de Apoio à Obra

O problema de invasão, na região, de uma mão-de-obra imigrante, durante a fase de construção do projeto será resolvido com a construção de um conjunto de habitações temporárias. Esse conjunto de habitações será localizado num terreno vazio, afastado de vilarejos ou outros núcleos de população, aproximadamente a 2 Km do local de implantação do projeto. O conjunto de habitações servirá, primariamente, para atender as necessidades da mão-de-obra envolvida nas atividades associadas à preparação do local, como também de um menor número de funcionários que participarão da instalação dos equipamentos elétricos/mecânicos da usina. No conjunto de habitações destinadas a atender a mão-de-obra empregada serão instaladas áreas de recreação e de serviços de alimentação. Os funcionários serão transportados de ônibus ao local de implantação do projeto, esses veículos serão fornecidos pela empresa de construção contratada.



Estima-se que, aproximadamente 100 funcionários, serão hospedados em habitações alugadas na cidade de Uruguaiana ou em vilarejos ao redor da cidade, durante a fase de construção do empreendimento. Existem expectativas de que essa mão-de-obra temporária, em conjunto com um número de 50 funcionários, que serão o efetivo empregado durante a fase operacional da usina, serão facilmente absorvidos pelo mercado imobiliária de uma cidade de 124.000 habitantes. Anúncios colocados no jornal local referentes a aluguéis de imóveis, bem como a construção de um motel de 60 quartos na periferia da cidade, são indicadores de que a invasão na cidade, de um número relativamente insignificante de novos residentes (significativamente menos de 5 por cento da população total) não irá gerar impactos negativos na área em questão. Conforme apresentado anteriormente, existem expectativas de que os atuais residentes da cidade farão parte da mão-de-obra necessária. Além disso, considera-se que o pessoal envolvido na operação da usina, que necessitarem mudar para a cidade, se tornarão residentes permanentes de Uruguaiana ou da região ao redor da cidade, desta forma influenciando, de forma positiva, a economia do local por um período de muitos anos, através da aquisição de imóveis e da sua contribuição a estrutura local de coleta de impostos.

VIII.4.7-Plano de Inserção Regional

O processo de seleção do local de implantação do empreendimento incluiu uma consideração significativa quanto a natureza do uso do solo na região, especificamente na zona industrial selecionada. A zona industrial da cidade de Uruguaiana foi estabelecida por um Decreto emitido pela autoridade pública da região e licenciada pelo órgão ambiental estadual, de acordo com as exigências das regulamentações apropriadas. Durante o processo de identificação dessa área, os critérios utilizados incluíram os possíveis impactos sociais e ambientais causados pelas indústrias da região, selecionando uma área onde esses impactos seriam minimizados.

Existe a previsão de que a usina proposta irá causar impactos positivos significantes que atingirão toda região de Uruguaiana, através da geração e distribuição de energia elétrica. O fornecimento de energia elétrica, suficiente para atender a demanda atual, bem como o aumento de demanda prevista, resultará em impactos benéficos que estarão de acordo com o plano de desenvolvimento da região.

VIII.4.8-Programa de Educação Ambiental

De acordo com as exigências das regulamentações apropriadas, será iniciado um processo público de revisão e de consultas, após o termino da elaboração do relatório de impacto ambiental (RIMA). Esse



processo facilitará a disponibilidade ao público de informações sobre o projeto proposto, bem como a incorporação nas atividades associadas à implantação do projeto dos assuntos relacionados as preocupações do público.

Como parte dos estudos conduzidos para a elaboração do RIMA, a AES entrou em contato com a escola de primeiro grau de Charaqueada Oeste, localizada apenas algumas centenas de metros do local de implantação do projeto. O projeto proposto apresenta muitas oportunidades para os estudantes da escola. Diversos projetos científicos poderão ser realizados, bem como outros projetos relacionados aos assuntos de conservação, minimização de desperdícios e reciclagem. Os professores da escola mostraram interesse em obter informações adicionais com relação aos objetivos e impactos ambientais do projeto, visando complementar o programa educacional existente.

Além disso, a AES está desenvolvendo um programa cooperativo a nível de estágio para estudantes de nível universitário e de cursos técnicos e vocacionais. Esse programa tem como objetivo aumentar o nível de participação da comunidade de Uruguaiana nas atividades associadas ao projeto. A meta prevista da participação é de aumentar o número de oportunidades educacionais, bem como oferecer treinamento em habilidades específicas utilizadas no projeto que poderão aumentar a possibilidade de emprego, a longo prazo, na área de geração de energia elétrica. Alguns passos preliminares já foram iniciados. Um estudante da universidade local foi treinado e contratado para operar e manter a estação de monitoramento do ar, usada no levantamento de dados utilizados para identificar as condições referentes a qualidade do ar ambiental apresentadas pelo RIMA.

VIII.4.9-Plano Diretor de Uso do Solo

O principal objetivo do projeto proposto é de ajudar a fornecer à região de Uruguaiana energia elétrica suficiente para atender o aumento da demanda prevista no futuro. Com este objetivo em mente, a CEEE se comprometeu a comprar a energia elétrica que será gerada pelo projeto proposto. Os principais benefícios indiretos do projeto incluem o fornecimento de uma fonte confiável de energia elétrica que poderá ser utilizada em diversas aplicações. Além disso, o projeto reduzirá a necessidade da dependência do Brasil, no que refere ao desenvolvimento de fontes adicionais de geração de energia elétrica do tipo hidroelétrica.



VIII.4.10-Projeto para Liberação das Áreas Necessárias às Obras

As áreas necessárias para as atividades de construção associadas ao projeto, estarão limitadas aos locais de construção da usina e ao conjunto de habitações temporárias para o abrigo da mão-de-obra envolvida. As operações, em ambos locais, têm sido planejadas para serem auto-suficientes, visando minimizar impactos que possam prejudicar o ambiente nas proximidades. O local de construção será equipado com as instalações necessárias, como por exemplo: sistema de coleta das águas sanitárias, suprimento de água potável, áreas de descanso e para refeições, bem como escritórios e áreas para estocagem de equipamentos e materiais de construção. A área, fora do local de implantação do empreendimento, não será construída ou utilizada de maneira nenhuma e não está considerada como uma parte do projeto, com a exceção do conjunto de habitações, que será localizado e operado em uma área não construída, afastada de núcleos urbanos.

O conjunto de habitações para abrigar a mão-de-obra será auto-suficiente, atendendo as necessidades e ao conforto dos funcionários, através da provisão de áreas de recreação, atividades sociais, serviços de telefonia e serviços de alimentação. Estas amenidades estarão disponíveis aos funcionários durante o período integral da construção da usina. O conjunto de habitações para os funcionários será relativamente auto-suficiente, com o objetivo de minimizar os impactos indesejáveis comuns em lugares deste gênero para hospedagem da mão-de-obra, bem como eliminar a demanda adicional na infra-estrutura das comunidades existentes na região de Uruguaiana.

VIII.4.11-Programa de Desapropriação e Relocação de Equipamentos Urbanos

Não existem expectativas de que a construção do projeto proposto exigirá a relocação ou destruição das instalações de utilidade pública ou de outras instalações que fazem parte da infra-estrutura pública em geral. As atividades de escavação associadas ao projeto serão conduzidas numa área não construída. As únicas instalações de utilidade pública, que serão influenciadas pelas atividades de construção, serão aquelas associadas à via de acesso ao local de implantação do empreendimento. Essa via de acesso será reformada para que possa suportar o volume de trânsito associado às atividades de construção. Esta necessidade beneficiará a população da área, uma vez que, o sistema de rodovias de Uruguaiana, está precisando de reparos em vários pontos, portanto, o desvio do trânsito não prejudicará a rodovia.

VIII.4.12-Programa de Operação

A AES tem assegura que, o programa de operações em geral e a programação da construção em particular, estão planejados com o objetivo de minimizar a poluição do meio ambiente. Segue alguns dos possíveis impactos examinados: erosão do solo, coleta das águas pluviais, lançamento de efluentes, ruídos, geração de resíduos sólidos e emissões atmosféricas. A AES lidará com a possível erosão do solo e a coleta de águas pluviais, durante as atividades de preparação e escavação no local de implantação do empreendimento, através da instalação das estruturas e controles necessários no início das atividades de preparação da área. O lançamento de efluentes do local associados às atividades de construção será limitado as águas sanitárias, que serão eliminadas através da utilização, no local, de um sistema de semidouros que também será instalado no início do projeto.

Os funcionários serão instruídos de como os mesmos poderão contribuir no processo de minimização de ruídos. O expediente de trabalho, particulamente com relação a entrega de materiais, será baseado na redução do nível de ruídos, que possivelmente afetará a população residencial da região. As emissões atmosféricas, associadas ao trânsito causado pelas atividades de construção, serão minimizadas através do planejamento dos roteios de transporte, como também do desvio do trânsito decorrente das atividades de construção de acordo com as necessidades, visando evitar o congestionamento adicional do sistema de rodovias regional e local. Estas medidas reduzirão as emissões atmosféricas indesejáveis dos veículos parados, com motor ligado, envolvidos nas atividades de construção e na entrega de materiais. O plano de circulação do trânsito também examinará a possibilidade de alterar os horários de movimentação dos veículos nas vias principais de transporte, procurando, desta forma, evitar os horários de pico.

Por um período limitado de aproximadamente quatro meses, a usina operará em modo ciclo simple. Durante esse período, a construção das instalações estará na sua etapa final, porém, devido as necessidades antecipadas pela CEEE, com relação ao fornecimento de energia elétrica, a AES está de acordo em permitir a provisão adiantada, de forma limitada, de energia elétrica com a utilização do modo de operação da usina diferenciado do uso nas operações diárias, após a finalização da construção. A execução de testes nas emissões atmosféricas para demonstrar o cumprimento apropriado das regulamentações, não será conveniente antes da usina atingir a operação comercial normal, utilizando uma combinação de ciclos. Conseqüentemente, durante esse período de quatro meses, a AES solicitará a isenção da sua responsabilidade, quanto a condução de testes nas emissões atmosféricas, como também a demonstração do cumprimento dos regulamentos aplicáveis. Com a aprovação da isenção, a AES se



comprometerá a conduzir um programa, para demonstração do cumprimento exato dos regulamentos quando a usina termoelétrica começar suas operações normais utilizando uma combinação de ciclos.



IX - ANÁLISE DE RISCO

A usina termelétrica proposta será a primeira deste tipo no Brasil. Entretanto, a tecnologia a ser utilizada é bem estabelecida tendo sido utilizada, em usinas para geração de energia elétrica, em todas as partes do mundo. Devido às suas características de utilização de um tipo de combustível que não causa poluição, uma usina alimentada por gás natural é o tipo preferido pelo Banco Mundial, como publicado no seu “Manual de Prevenção e Abatimento de Poluição” de setembro de 1997. Não existem levantamentos rotineiros de dados com relação a acidentes associadas às usinas termelétricas alimentadas por gás natural. Os dados disponíveis são relacionados à indústria de geração de energia elétrica como um todo ou, alternativamente, a indústria de transporte de gás. Estas informações, em conjunto com outras, têm sido utilizadas para fornecer uma estimativa da possibilidade de ferimentos pessoais, danos ao meio ambiente ou danos às instalações.

IX.1-Análise Histórica

Foi conduzida uma análise histórica dos incidentes ocorridos em empreendimentos similares utilizando dados levantados nos Estados Unidos. As estatísticas dos incidentes na indústria de geração de energia elétrica foram comparadas com o índice de incidentes ocorridos em outros ramos de atividades, a fim de obter-se uma perspectiva geral de segurança industrial. Os dados relacionados a indústria de geração de energia elétrica não estão publicados separadamente, esses dados estão incorporados às estatísticas relacionadas à indústria de serviços de energia elétrica como um todo, incluindo as atividades de geração de energia elétrica, bem como as de transmissão. Anualmente, esses dados são apresentados no boletim “*Accident Facts*” (Fatos sobre Acidentes), publicado pelo Conselho Nacional de Segurança dos Estados Unidos.

O livro mais completo sobre incidentes industriais e riscos é o “*Loss Prevention in the Process Industries*” (Prevenção de Perdas nas Indústrias de Processo) de Frank P. Lees (1980). Esse livro fornece resumos históricos dos incidentes em diversas indústrias localizadas no Reino Unido e em outros países industrializados. O livro não dá referências aos perigos associados às usinas termelétricas, presumivelmente porque a frequência e severidade dos incidentes, em usinas deste tipo, são menores quando comparadas a outras indústrias.

A usina termelétrica proposta receberá um suprimento de gás natural, fornecido por um gasoduto, cujo comprimento será estendido ao local de implantação do empreendimento. Assume-se que o gasoduto até o local terá um diâmetro de 25.4 cm, porém, dentro da área de implantação do projeto, o gás será distribuído por um gasoduto que possui um diâmetro de 15.24 a 20.32 cm. A ruptura do gasoduto que supre as instalações poderá resultar em um jato de chamas, caso o gás inflame. Conseqüentemente, uma possível falha do gasoduto está sendo incluída nesta análise histórica.

Incidentes na Indústria de Serviços de Energia Elétrica

O boletim “*Accident Facts*” (Fatos sobre Acidentes), publicado pelo Conselho Nacional de Segurança dos Estados Unidos em 1994, apresenta os dados levantados pelo “*U.S. Bureau of Labor Statistics*” (Departamento de Estatísticas de Trabalho dos Estados Unidos). Este boletim apresenta estatísticas de fatalidades por idade, estado e causa da morte (veículo, veneno, afogamento, etc). As estatísticas de fatalidades não são fornecidas para cada indústria, porém, as estatísticas de incidentes não fatais, que resultam em dias perdidos de trabalho, estão apresentadas para as principais indústrias. Dias perdidos de trabalho estão definidos como os dias quando, devido a um ferimento ou doença de trabalho, o funcionário afastou-se do seu local de trabalho ou foi limitado a uma atividade restrita.

O número de dias perdidos na indústria de Transportes e Serviços de Utilidade Pública é maior do que a média do setor privado, sendo 144,0 contra 93,8. O número de dias perdidos do componente desta indústria, representado pelos serviços de energia elétrica, é consideravelmente menor do que a média, sendo 51,8 contra 93,8, e com um índice de incidentes entre aqueles apresentados pelas indústrias Financeiras e de Serviços. A indústria de Serviços abrange hotéis, restaurantes, reparo de automóveis, serviços de saúde, museus e serviços de engenharia. O índice de incidentes, na indústria de Serviços de Energia Elétrica, é menor do que a metade do índice dos setores de Agricultura, Florestas e Mineração. As ocupações típicas de áreas rurais, tais como Uruguaiana, são representadas por estes setores. Contudo, da perspectiva de uma comparação de indústrias, a indústria de serviços de energia elétrica não apresenta um nível maior de risco aos funcionários e, conseqüentemente, ao público, do que as ocupações e indústrias existentes na região de Uruguaiana.

Incidentes na Indústria de Gás Natural

Baseando-se nos dados históricos levantados nos E.U.A., os gasodutos de gás natural possuem o melhor histórico de segurança de todos os meios de transporte regulamentados pelo “*U.S. Department of*



Transportation” (Departamento de Transportes dos E.U.A.). Das 46.858 fatalidades relacionadas ao setor de transportes, somente 5 foram associadas aos gasodutos. Além disso, o gás natural fornecido através do uso de gasodutos subterrâneos é a maneira mais segura de fornecer energia ao consumidor. Uma comparação entre o histórico de segurança dos **gasodutos** com dois modos de transporte alternativos de energia: **transporte de carvão por ferrovia** e **transmissão de energia elétrica por meio de fios** revelou que os gasodutos fornecem energia com o menor impacto ao público e ao meio ambiente.

IX.2-Identificação dos Perigos

IX.2.1-Análise das Instalações

Os sistemas da usina foram revisados detalhadamente e um estudo para a identificação dos perigos foi conduzido, com o objetivo de atender aos requisitos para elaboração desta avaliação. As informações históricas de incidentes específicos às usinas de geração de energia elétrica não estão disponíveis na literatura respectiva. Porém, conforme apresentado anteriormente, uma análise de dados históricos, relacionados aos dias perdidos de trabalho, na indústria de serviços de energia elétrica dos Estados Unidos, indica que o índice de incidentes é menor, em termos de dias perdidos de trabalho, do que o índice do setor privado como um todo. Da mesma forma, o fornecimento de gás natural, através do uso de gasodutos subterrâneos, é a maneira mais segura de entrega de energia.

Os principais perigos que são de interesse neste estudo são:

a)Perigos associados a radiação térmica. A ignição e subsequente combustão de um material inflamável resultará no perigo de radiação térmica numa área afastada do núcleo do incêndio. A severidade do perigo depende da extensão das chamas, intensidade da radiação térmica, tempo de exposição e do fator mais importante, a distância do receptor das chamas. Esta análise inclui uma avaliação de dois perigos deste tipo:

- jatos de chamas, resultantes da ignição do gás natural pressurizado lançado de uma ruptura do gasoduto; e
- incêndios em tanques, resultantes da ignição de óleo lubrificante ou de óleo combustível estocados.

b)Perigos associados às explosões. Os perigos são: sobrepressão, ou seja, ondas de ar de alta pressão e fragmentos. Estes perigos podem ocorrer como resultado de:

- explosões confinadas, devido ao vazamento de gás natural em áreas fechadas dentro de equipamentos, tais como uma turbina a gás;
- explosões dos vapores em expansão brusca gerados por líquidos superaquecidos em ebulição (BLEVEs), produzidas como resultado de falhas do tubulão de vapor; e
- explosões confinadas devido ao vazamento de hidrogênio em áreas fechadas.

Com a exceção de jatos de chamas, nenhum destes perigos terão conseqüências fora do local de implantação do empreendimento.

IX.2.2-Causas Principais dos Cenários dos Acidentes

Sistema de Alimentação de Gás Natural

A ruptura ou fratura, de forma limitada, das linhas de suprimento de gás natural à usina, como também das linhas localizadas dentro da mesma, poderá resultar na geração de um jato de chamas, caso o vazamento de gás venha a incendiar. Algumas causas comuns da ruptura de linhas de gás são: materiais ou soldagens defeituosos, condições de operação em desacordo com aquelas estipuladas pela fabricante; corrosão e danos causados por terceiros, como por exemplo atividades não autorizadas de escavação próximas ao local de instalação de um gasoduto subterrâneo.

Os queimadores do HRSG serão alimentados por gás natural. Na eventualidade de um “*flame out*”, ou seja a descontinuidade imprevista do processo de combustão e, como resultado, o gás natural enche a caldeira, existindo a possibilidade de uma explosão, caso o gás venha a incendiar. Serão instalados sistemas de segurança com o objetivo de minimizar a possibilidade de que o gás encha a câmara da caldeira de maneira descontrolada.

Sistema de Turbina a Gás

Os principais perigos resultantes da operação da turbina são a desintegração das palhetas e uma explosão dentro das câmaras de combustão. Eventualmente poderá ocorrer quebra das palhetas da turbina, porém será improvável que os fragmentos penetrem na armação do equipamento.

Sistema de Geração de Vapor

O perigo predominante associado ao sistema de geração de vapor é a falha dos tubulões de vapor. Poderá ocorrer falha de um tambor de vapor devido a utilização de materiais defeituosos ou a execução de

trabalhos de soldagem de maneira inadequada. Este tipo de falha também poderá ocorrer quando as condições de operação do equipamento não estão de acordo com as especificações do fabricante. Conseqüentemente, poderá ocorrer uma explosão dos vapores em expansão gerados por líquidos em ebulição (BLEVE), resultando na geração de ondas de ar de alta pressão e fragmentos. No evento de uma BLEVE, o pessoal será exposto ao perigo de asfixiação, devido a geração de uma nuvem de vapor que poderá causar a diminuição da quantidade de oxigênio nas proximidades. Esse perigo será confinado a área imediatamente adjacente às caldeiras. Uma BLEVE poderá ocorrer caso existir uma falha do tubulão de vapor sob alta pressão do HRSG.

Estocagem do Óleo Combustível

Dentro do tanque de estocagem de óleo combustível poderá ocorrer uma explosão devido a diversas fontes de ignição, incluindo: soldagem, raios e eletricidade estática. Uma explosão poderia causar a ruptura do tanque e um incêndio dentro do mesmo. Por sua vez, a ruptura do tanque poderia resultar no derramamento do conteúdo, dentro da área de contenção e um incêndio confinado a esse local.

Sistemas de Lubrificação das Turbinas

Um cenário semelhante ao do incêndio e explosão no tanque de estocagem de óleo combustível também é possível nos tanques de armazenamento de óleo lubrificante. Devido à inflamabilidade ser mais baixo no óleo lubrificante, a probabilidade deste tipo de ocorrência e as conseqüências seriam menores do que no caso da estocagem do óleo combustível.

Sistema Elétrico

A ignição de vazamentos do óleo mineral dos transformadores poderia causar um incêndio de óleo mineral confinado à área de contenção secundária. Um incêndio do óleo mineral seria improvável devido a baixa inflamabilidade deste material. Além disso, existe o possível perigo de uma explosão no transformador.

Sistema de Tratamento da Água

O pessoal que atua no local poderá ser exposto a concentrações tóxicas de produtos químicos utilizados no tratamento da água, particularmente ácido sulfúrico e hipoclorito de sódio, no evento do derramamento desses produtos.



Sistema de Refrigeração do Gerador com Hidrogênio

Vazamentos de hidrogênio em locais fechados poderão causar explosões.

IX.3-Tipos de Acidentes

Existe uma baixa probabilidade da ocorrência de todos os cenários mencionados acima. Apresentamos a seguir os incidentes mais prováveis que poderão ocorrer:

- existência de um vazamento e da ignição do óleo mineral dos transformadores, causando um incêndio do óleo dentro de área de contenção secundária. Não existe a probabilidade de um incêndio do óleo mineral devido ao baixo ponto de ignição deste material.
- existência de um derramamento de ácido sulfúrico e de hipoclorito de sódio. Caso ocorra uma reação entre os dois produtos químicos, haveria a produção de cloro, um gás tóxico.

Poderia ocorrer um vazamento do óleo mineral dos transformadores durante a execução de reparos no equipamento. Além disso, existe a possibilidade de um vazamento do óleo mineral do transformador como resultado da corrosão da superfície de metal do equipamento.

Igualmente, poderia ocorrer o derramamento de produtos químicos, utilizados no tratamento da água durante as atividades de carregamento, devido a falta de precauções de segurança adequadas.

IX.4-Análise da Vulnerabilidade do Pessoal, Equipamentos e Estruturas Expostas

Tipos de Risco

A palavra “risco” poderá ter diversos significados. No contexto de uma usina termoeletrica que utiliza uma combinação de ciclos, possivelmente refere-se ao risco tecnológico, risco financeiro, risco ao público ou risco ambiental. O termo “risco” poderia significar a possibilidade de prejudicar o meio ambiente, como no caso de contaminação do solo, devido ao derramamento de óleo combustível. Esse termo poderia significar os passivos financeiros incorridos por uma corporação devido aos custos associados à limpeza de um derramamento. Além disso, o termo poderia significar danos a propriedades causados por uma explosão, ou ainda a possibilidade de prejudicar a saúde ou segurança de um grupo de pessoas expostas às emissões ou lançamentos acidentais de materiais da usina termoeletrica. Nesta análise, o foco está nas pessoas localizadas fora da área das instalações.

Definição Formal de Risco

Risco é uma medida da probabilidade e severidade de danos causados ao receptor exposto. No caso em questão, os receptores expostos são as pessoas localizadas fora da área de implantação do projeto. As instalações são consideradas seguras se os riscos associadas às suas operações forem julgadas aceitáveis. Existem graus de risco e, conseqüentemente, graus de segurança.

A análise de riscos envolve a determinação de uma estimativa de: (i) probabilidade ou frequência esperada de ocorrências indesejáveis, (ii) conseqüências destas ocorrências indesejáveis com relação as pessoas, e (iii) risco associado, em termos quantitativos. No que se refere a usina termoelétrica em questão, as ocorrências indesejáveis estão limitadas aos vazamentos de gás natural, vapor ou óleo dos recipientes destes materiais que poderão resultar em incêndios ou explosões.

O risco associado a um determinado perigo poderá ser identificado utilizando-se a fórmula apresentada a seguir:

$$\text{Risco} = \begin{array}{l} \text{Frequência de} \\ \text{ocorrência de um} \\ \text{vazamento de} \\ \text{material perigoso} \end{array} \times \begin{array}{l} \text{Estimativa das} \\ \text{conseqüências} \\ \text{desta ocorrência} \end{array}$$

No caso de um vazamento acidental de gás natural, deverão ser estabelecidos os possíveis tipos de vazamento, em termos de extensão e forma de proliferação (vertical, horizontal, etc). Em seguida, as conseqüências do vazamento deverão ser estimadas e expressas em termos da possibilidades (por ocorrência) de um indivíduo exposto ao vazamento se tornar uma fatalidade ou sofrendo ferimentos, em função da distância da pessoa do ponto de vazamento.

Em seguida, a frequência de ocorrência de um determinado tipo de vazamento, dentro de um período específico (normalmente de um ano) deverá ser estimada, baseando-se nos dados históricos obtidos.

Risco Associado à Ocorrência X Risco Associado às Instalações

Antes de conduzir uma análise dos riscos relacionados a usina termoelétrica, os termos “risco associado à ocorrência” e “risco associado às instalações” deverão ser diferenciados. Na maioria das avaliações de risco, o discurso enfoca-se nos riscos associados a determinadas ocorrências, como por



exemplo um vazamento significativo de gás natural de um gasoduto pressurizado. O risco resultante desta ocorrência é calculado baseando-se na probabilidade de que cada determinado incidente acontecerá de maneira independente. Por outro lado, o risco associado as instalações implica o risco total ao qual um indivíduo está exposto, devido a presença das instalações industriais, levando em consideração o total de todos os riscos resultantes de todos as possíveis “ocorrências” individuais. Por exemplo, existe a possibilidade de que uma série de ocorrências, envolvendo vazamentos de gás natural acontecer nas instalações, como por exemplo vazamentos de válvulas seguidos de falha das tubulações. Cada tipo de ocorrência tem a sua própria probabilidade de vazamentos e conseqüências potenciais associadas. O risco resultante a um indivíduo exposto é a soma do risco associado aos vazamentos e do risco relacionado a falha das tubulações.

A análise apresentada neste documento não tenta abranger todos os possíveis riscos associados as instalações. Mais propriamente, a análise apresenta os riscos associados as ocorrências mais significativas que poderão ocorrer nas instalações, visando priorizar as principais fontes de risco, bem como elaborar possíveis medidas mitigadoras. Se os riscos ao público, associados a estes principais perigos, bem como a soma destes perigos, forem considerados insignificantes, não será necessário conduzir uma análise completa dos riscos associados as instalações.

Apresenta-se a seguir os principais passos no processo de análise de risco:

- identificação dos perigos,
- estimativa das conseqüências,
- estimativa da freqüência,
- estimativa ou quantificação dos riscos, e
- avaliação dos riscos.

Nas seções a seguir, estes passos estão relacionados a usina termoeletrica proposta e os riscos associados às suas operações estão analisados.

A análise de conseqüências está preocupada em identificar os efeitos prejudiciais ao ser humano de ocorrências perigosas. No que se refere ao ser humano, efeito prejudicial significa ferimentos ou morte. A possibilidade de uma ocorrência prejudicial está dependente da causa da ocorrência e do nível de vulnerabilidade da pessoa exposta a ocorrência. O fator causador está determinado em função do nível do perigo (por exemplo, intensidade de radiação térmica) e do período de tempo que um indivíduo foi



exposto a ocorrência. Após a identificação dos tipos de perigo, o próximo passo no processo de análise é determinar a distância no qual as conseqüências ocorreram. Apresentamos abaixo os passos necessários para estabelecer esta distância:

- elaboração de uma estimativa da intensidade da fonte;
- identificação dos critérios quanto a vulnerabilidade; e
- elaboração de uma estimativa das áreas impactadas utilizando modelos matemáticos, onde a área impactada está definida como uma área dentro da qual um determinado nível de perigo for ultrapassado.

IX.4.1-Sistema de Gás Natural

O rompimento total do gasoduto de gás natural representa o pior cenário imaginável no que se refere aos perigos associados aos jatos de chamas. Apresentamos abaixo os passos envolvidos no processo de caracterização deste perigo:

- elaboração de uma estimativa do índice de vazão,
- elaboração de uma estimativa do “*lift off*” do jato de chamas, a partir do ponto de ruptura,
- determinação da extensão das chamas,
- consideração dos efeitos do grau de inclinação das chamas, no caso de vazamentos externos, e
- elaboração de uma estimativa dos níveis de radiação térmica nas proximidades e determinação da carga térmica envolvida para os cálculos associados a identificação do número de fatalidades.

A metodologia utilizada nesta análise é conservadora. Considera-se que a ruptura na linha é alimentada por gás natural de ambos os lados do gasoduto. O índice do fluxo usado é o índice do fluxo inicial no momento da ruptura embora o esvaziamento do gasoduto resultaria na diminuição rápida da vazão de gás natural da ruptura. Considerando as condições do fluxo inicial, presume-se que o lançamento máximo de gás natural alimenta o jato de chama durante a exposição. Além disso, presume-se que a atmosfera não espalha ou absorve nenhuma radiação térmica em deslocamento entre a chama e o receptor.

Os níveis de radiação térmica estão calculados para receptores ao nível do chão. Presume-se que o receptor foi exposto por um período de 30 segundos, sem proteção e sem tomar nenhuma ação evasiva.



Estas suposições, em conjunto, garantem que as estimativas de risco são conservadoras e superestimam os riscos atuais aos funcionários, estruturas e ao público.

No caso do rompimento total de um gasoduto de 25,4 cm localizado fora das instalações, um incêndio do tipo jato de chama poderá causar um nível de radiação térmica de $4,7 \text{ kW/m}^2$ a uma distância de aproximadamente 170 m. Este é o nível de radiação recomendado como limite de segurança para os funcionários da planta. Estima-se que o índice de fatalidade é de 50% a uma distância de 70 m e 1 por cento a uma distância de 110 m. As conseqüências ao público, deste tipo de ocorrência, somente são possíveis nas proximidades do gasoduto fora das instalações ou próximo a uma parte pequena do gasoduto dentro das instalações ou muito próximo ao perímetro da planta.

Dentro das instalações, o pior caso de incêndio do tipo jato de chama é resultado do rompimento total da linha de alta pressão de (450 psig), 20,32 cm que alimenta a turbina de combustão. Este cenário poderia resultar em um nível de perigo de $4,7 \text{ kW/m}^2$ a uma distância de aproximadamente 200m.

IX.4.2-Sistema de Turbina a Gás

Os dois modelos mais comuns de falhas em termos de frequência e custos são desgaste das palhetas da turbina e incêndios e explosões internas.

Quebra das Palhetas da Turbina

Por um número de razões, as palhetas das turbinas podem quebrar e partes de vários tamanhos serão lançadas na câmara da turbina. Entretanto, como é improvável a penetração da armação da turbina, as conseqüências em termos de segurança deste cenário são mínimas.

Explosões Internas

Presume-se uma explosão confinada de uma mistura estequiométrica de metano, em alta pressão, na câmara de combustão. Isto poderá ser causada por uma falha do sistema de controle e da ignição atrasada na câmara de combustão. Com relação ao cálculo do pico de sobrepressão, considera-se que toda a energia da explosão contribuirá para a geração de uma onda de ar de alta pressão. A distância do perigo é de aproximadamente 10m para 1 por cento dos casos de fatalidade devido a hemorragia dos pulmões, porém existe a expectativa de uma distância de 60m para 50 por cento de quebra de vidro e de 120m para 1 por cento de quebra de vidro, o limite (possibilidade de 1 por cento) de danos estruturais insignificantes é de

30m. A extensão dos danos causados por fragmentos é de aproximadamente 100m, baseando-se em uma sobrepressão limitadora de 0.3 psi. Não são esperadas conseqüências ao público.

Incêndios Externos

Foram documentados incêndios externos envolvendo turbinas a gás pelas companhias de Seguros de Risco Industrial. Estes incêndios são resultantes de problemas de vibração, que causam ruptura das linhas de óleo lubrificante com a ignição do vazamento, devido ao calor dos gases de combustão da turbina. Este cenário poderia resultar em riscos significantes de segurança nas áreas muito próximas às turbinas, caso medidas mitigadoras não forem incorporadas ao planejamento.

IX.4.3-Sistema de Geração de Vapor

Explosão de Vapores em Expansão Gerados por Líquidos em Ebulição

Foi examinado o cenário do perigo de uma BLEVE no tubulão de vapor de alta pressão do HRSG. Uma BLEVE será resultante da brusca expansão do líquido superaquecido imediatamente após a ruptura do tubulão. A ruptura do tubulão poderá ser causada por corrosão, penetração no tubulão como resultado de uma colisão, falha do aço da armação devido a utilização de materiais inadequados, soldagem e conformação executada de maneira inadequada.

No que se refere aos objetivos desta análise, presume-se a falha catastrófica do tubulão de vapor. Com relação aos cálculos do valor da sobrepressão, presume-se que toda energia da explosão contribui para a geração da onda de ar de autopressão. Isto é uma suposição conservadora, uma vez que, na realidade, uma parte desta energia seria transformada na criação de fragmentos.

Asfixia

No caso de ruptura do tubulão de vapor, os funcionários estarão expostos ao perigo de asfixia devido à nuvem de vapor que desloca o ar. Espera-se que esta zona de asfixia seja muito pequena e não alcance além das proximidades imediatas da caldeira.



IX.4.4-Armazenamento de Reserva de Combustível

Incêndio em Tanques

Foi elaborado um modelo de incêndio no tanque de óleo do Tipo 2, localizado fora das instalações, presumindo-se que houve uma falha do sistema de combate de incêndio. O nível de perigo é de 1 % de fatalidade a 23m de distância. Espera-se que o nível de radiação recomendado para os funcionários das instalações, como limite de segurança seja 4.7 kW/m^2 a uma distância de 38m. Não existe a expectativa de conseqüências fora das instalações como resultado de incêndio em um tanque. Mesmo a esta distância, é altamente improvável que um indivíduo permaneça nestas zonas por um tempo suficiente para que o efeito seja sentido.

Incêndio na Área de Contenção Secundária

É possível um vazamento de óleo combustível dentro da área de contenção secundária ao redor do tanque. Caso a poça de combustível venha a incendiar, haverá um incêndio na área de contenção secundária, porém não há expectativa de conseqüências fora das instalações.

Explosão Confinada

Caso o combustível do tanque fosse misturado em quantidade estequiométrica com o ar, presume-se que esta mistura atingiria a pressão de explosão de hidrocarbonetos, ou seja 8 bar. A distância de perigo neste cenário de explosão está estimado em 30m para 1% de fatalidade, devido a hemorragia dos pulmões, porém existe a expectativa de uma distância de 280m para 50% de quebra de vidro e de 580m para 1% de quebra de vidro. O limite (possibilidade de 1%) de danos estruturais insignificantes é de 180m. A extensão dos danos causados por fragmentos é de aproximadamente 430m, baseando-se em uma sobrepressão limitadora de 0.3 psi. Não são esperadas conseqüências fora do local das instalações.

IX.4.5-Sistema de Óleo Lubrificante

Foi considerado um cenário de incêndio em um tanque, como por exemplo o tanque de óleo lubrificante para os dois sistemas de turbina/gerador. O nível de perigo de 4.7 kW/m^2 está estimado em 9m, sem conseqüências fora das instalações. Devido ao baixo nível de inflamabilidade do óleo lubrificante, a probabilidade de ignição é muito baixa.



IX.4.6-Sistema Elétrico

É possível um vazamento de óleo mineral na área de contenção secundária ao redor do transformador. Presume-se que haverão três transformadores com volumes de óleos de 83.27, 37.85 e 7,57 m³. Caso a poça de óleo mineral venha a incendiar o resultado disso será um incêndio na área de contenção secundária. Como no caso de outros incêndios em áreas de contenção secundária, as conseqüências seriam limitadas ao local. Não existem expectativas de conseqüências fora das instalações. Uma vez que o óleo mineral possui um nível baixo de inflamabilidade, a probabilidade de incêndio é muito baixa. O ponto de ignição de óleo mineral é de 229°C.

IX.4.7-Sistema de Tratamento de Água

Os produtos químicos potencialmente mais perigosos a serem utilizados no tratamento de água são ácido sulfúrico e hipoclorito de sódio. A situação que mais provavelmente resultaria num vazamento ou derramamento seria durante a operação de carregamento dos tanques de armazenamento. Ambos produtos químicos são perigosos e qualquer derramamento seria tratado cuidadosamente e de acordo com os procedimentos preestabelecidos. Uma vez que estes produtos químicos não são muito voláteis, os mesmos não apresentarão um risco significativo quanto a segurança do público.

IX.5-Avaliação e Controle dos Riscos

Esta seção apresenta uma análise das ocorrências perigosas significantes mencionadas acima, como também um resumo das medidas de controle de risco que já estão incorporadas no planejamento da usina termelétrica.

IX.5.1-Estimativa de Frequência e Análise de Risco

Baseando-se no resultado de uma análise preliminar, somente um dos cenários identificados na seção anterior merece uma análise mais detalhada. Este cenário está relacionado aos incêndios, do tipo jato de chama, que resultariam da ruptura catastrófica do gasoduto que alimenta a usina. No que se refere a este cenário, foram utilizados dados de falhas apresentados na publicação "*U.S. Natural Gas Transmission Pipelines*" (Gasodutos de Gás Natural nos E.U.A.), (Andersen and Misund, 1983). Esta publicação foi



utilizada como referência pela AiChE, na elaboração do seu livro de dados sobre o índice de falha em gasodutos. Uma falha do gasoduto é definida como “ocorrência que resultou num vazamento significativo ou necessitou a execução de reparos imediatos”. O índice de falha apresentado em uma linha de 25.4 m³ foi de 1.2 falhas por 1000 kW/ano e este índice foi utilizado na presente análise, como estimativa da frequência de uma ruptura total do gasoduto. O risco individual, no que se refere a uma pessoa exposta, hipoteticamente, localizada nas proximidades da linha, foi estimado em 1.6×10^{-4} por ano, ou seja, uma possibilidade de fatalidade em 6.000 anos, presumindo-se que o gás venha a incendiar no caso de uma ruptura da linha. Esta estimativa de risco é conservadora, uma vez que foi baseada na suposição de que um indivíduo passa o ano inteiro no local de instalação do gasoduto.

IX.5.2-Controle de Risco

O desenho da usina proposta de Uruguaiiana inclui diversas medidas cuja intenção é de minimizar os riscos associados às instalações. Um plano de emergência detalhado será elaborado e utilizado como base para o treinamento do pessoal, o que dará instruções de como reagir em casos de emergência nas instalações. Apresentamos abaixo alguns dos aspectos mais significantes do plano.

Sistema de Gás Natural

- válvulas de desativação de emergência, que poderão ser fechadas rapidamente, serão instaladas em intervalos regulares, na linha de gás natural que alimenta a turbina de combustão. Esta medida minimizará as conseqüências de uma explosão confinada, através da redução do volume de gás natural liberado. Será instalado um sistema de controle duplo das válvulas de desativação de emergência, que utiliza sensores de pressão e de fluxo, desta forma aumentando o nível de confiabilidade do sistema.

Sistema de Turbina a Gás

- o desenho apropriado das palhetas, bem como a execução de ajustes, visando garantir que as palhetas não causem uma ressonância crítica quando atingem a velocidade operacional, são medidas que minimizarão a possibilidade da desintegração das palhetas da turbina;
- incêndios internos e explosões poderão ser causadas se o combustível não queimar dentro do combustor e a operação da válvula, que fecha o suprimento de combustível, não ocorrer ou for atrasada. O



sistema de segurança, que faz parte do desenho das instalações é composto de dois detetores de chama, localizados na área de combustão, que estão programados para sinalizar o fechamento do suprimento de combustível dentro de um período de tempo pré-determinado;

- a possibilidade de uma explosão interna está minimizada, através da utilização de um processo de pré-ventilação para esvaziar o combustor, como também do roteiro inteiro passado pelo gás antes da finalização do processo de ignição;
- execução de manutenção e reparos regularmente;
- o número de falhas dos rolamentos de pressão será reduzido através da utilização de pilhas termelétricas na almofada de lubrificação destes rolamentos, ajustadas para desligar o suprimento de energia elétrica e sinalizar um alarme quando forem atingidas temperaturas pré-determinadas;
- dispositivos de segurança, como por exemplo, mecanismos e instrumentos para desligamento automático do suprimento de energia elétrica, caso forem detectadas velocidades e vibrações excessivas, têm sido incluídos nas especificações de todos os rolamentos;
- dispositivos de monitoramento da temperatura da saída dos gases de combustão da turbina serão utilizados para desligamento automático do suprimento de energia elétrica, caso forem detectadas temperaturas excessivas;
- sistemas de combate a incêndio para a turbina de combustão;
- visando reduzir o risco de incêndios externos, associados a turbina de combustão como resultado de vazamentos de óleo lubrificante, foram incluídos na planta os itens apresentados a seguir:
 - alarmes de vibrações e dispositivos de desligamento automático;
 - linhas de óleo lubrificante do tipo "alta resistência" com acessórios flangeados;
 - utilização de óleo lubrificante, do tipo resistente a incêndio, e de um dispositivo de proteção para o duto de saída dos gases quentes de combustão, visando abaixar a temperatura da superfície, desta forma reduzindo a possibilidade de que o óleo venha a incendiar; e
 - instalação de um filtro na linha de gás natural, uma vez que gás sujo poderá causar o desequilíbrio das palhetas da turbina.



Sistema de Geração de Vapor

Apresenta-se a seguir as medidas mitigadoras incluídas no desenho do sistema de geração de vapor:

- alarmes da pressão no tubulão de vapor e do baixo nível da água;
- dispositivos de controle de pressão, temperatura e do nível da água instalados no tubulão de vapor; e
- tratamento do sistema de alimentação de água visando minimizar o nível de corrosão do sistema.

Sistema de Armazenamento de Combustível de Reserva

Os riscos associados ao sistema de óleo combustível serão minimizados através da implantação de diversos aspectos do desenho e procedimentos operacionais:

- dispositivos sensores de temperatura instalados nos aquecedores dos tanques internos, a fim de manter a viscosidade do óleo de tal forma que o processo de bombeamento do mesmo não seja prejudicado;
- monitoramento das operações de carregamento dos tanques, visando evitar a ocorrência de supercarregamento;
- treinamento do pessoal envolvido nas operações de descarregamento do óleo;
- garantir que as instalações de bombeamento estejam localizadas dentro de áreas de contenção secundária;
- equipamentos de combate a incêndio; e
- sistemas de controle de nível.

Sistema de Óleo Lubrificante

Dispositivos serão fornecidos para o monitoramento da temperatura do óleo lubrificante visando garantir que a turbina-gerador somente comece a funcionar após o aquecimento adequado do óleo.



Sistema Elétrico - Transformadores

A instalação de um sistema de combate a incêndio, em conjunto com a existência de um espaço adequado entre os transformadores irá reduzir os riscos associados a este componente da planta.

IX.6-Plano de Gerenciamento de Risco

Os riscos ao público associados a operação da usina termelétrica foram estimados como insignificantes. O pior cenário possível, no caso de um incêndio do tipo jato de chama, apresenta um risco individual, no que se refere a uma pessoa exposta hipoteticamente, localizada acima da linha de gás natural que alimenta a usina, de 1 chance de fatalidade em 6.000 anos. Este nível de risco é semelhante ao que existe em muitos bairros das cidades norte-americanas, onde o gás natural é utilizado para aquecimento de residências ou para alimentar usinas de geração de energia elétrica. A estimativa de risco é conservadora como resultado da superestimação do risco atual, devido às pressuposições simplificadoras utilizadas nos cálculos. As diversas medidas mitigadoras de risco, que já foram incluídas no desenho das instalações reduzirão mais ainda os riscos atuais associados as operações da usina.



EQUIPE DE TRABALHO

ENTIDADE EXECUTORA:

FUNDAÇÃO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA - CIENTEC

Ernesto Diestel Júnior - Eng^o Químico, Coordenador

Eugênio Miguel Cánepa - Economista

Geraldo Mário Rohde - Geólogo

Júlio César Trois Endres - Eng^o Químico

Paulo José Gallas - Eng^o Químico

Maria Jorgina Silveira Soares - Eng^a Química

Sônia Martinelli - Eng^a Química

João Nelson Goldenberg - Gráfico

Juarez Ramos Santana - Assistente de Pesquisa

Liane Barcellos Thedy - Desenhista

CONSULTORES:

BIOLAW - CONSULTORIA E PLANEJAMENTO AMBIENTAL

Adriano Cunha - Biólogo

Andreas Kindel - Biólogo

Eliseu Weber - Eng^o Agrícola

Glaysen Bencke - Biólogo

Giovanni Vinciprova - Biólogo

Heinrich Hasenack - Geógrafo

João Larocca - Biólogo

Rodrigo Balbuena - Biólogo

Willi Bruschi Jr. - Biólogo



POLUTEC ENGENHARIA QUÍMICA LTDA

Wolfgang Niebeling - Eng^o Químico

Oswaldo Moraes - Físico

ENSR - CONSULTING, ENGINEERING AND REMEDIATION - (USA)

Patricia Fleischauer - Economista

David Shea - Meteorologista

CONSULTORES INDEPENDENTES:

Miguel Aloysio Sattler - Eng^o Civil

Adriano Prates do Amaral - Economista

ENTIDADES COLABORADORAS:

Câmara Municipal de Uruguaiana;

CEEE - Companhia Estadual de Energia Elétrica

CORSAN;

CPRM;

DENAAE;

DNPM;

EMATER - Escritório Municipal de Uruguaiana;

INCRA;

Prefeitura Municipal de Uruguaiana;

PUC - Pontifícia Universidade Católica - Campus Uruguaiana.

BIBLIOGRAFIA

Ar, Ruído, Água e Análise de Risco

- Adams, Mary Beth, Dale S. Nichols, C. Anthony Federer, Keith F. Jensen e Harry Parrott, 1991. Screening Procedure to Evaluate Effects of Air Pollution on Eastern Region Wildernesses Cited as Class I Air Quality Areas. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, General Technical Report NE-151. (Procedimentos de Eliminação de Fatores Insignificantes na Avaliação dos Efeitos da Poluição do Ar nas Áreas Virgens da Região Leste, Citadas como Áreas de Qualidade de Ar Classe I. Relatório Técnico Geral NE-151 da Área de Serviços Florestais do Departamento de Agricultura dos E.U.A.)
- Andersen, T. e Misund, A. (Abril de 1983). "Pipeline Reliability: An Investigation of Pipeline Failure Characteristics and Analysis of Pipeline Failure Rates for Submarine and Cross-Country Pipelines", J. Petrol. Tech., 709-717. (Nível de Confiabilidade dos Gasodutos: Uma Investigação das Características das Falhas em Gasodutos e Análise do Índice de Falhas em Gasodutos Submarinos e de Projetos Corredores)
- Collar, N.J., M.J. Crosby, e A.J. Stattersfield, 1994 Birds to Watch 2: The World List of Threatened Birds, BirdLife Conservation Series No. 4 BirdLife International, Washington D.C. (Pássaros que Merecem Atenção 2: Lista Mundial de Pássaros Ameaçados de Extinção, No. 4 da Série: Conservação da Vida dos Pássaros).
- Concord Environmental (Toronto, Ontario, Canada). 1993. Final Report: Risk Assessment and Management for a Gas Turbine Cogeneration Plant (CEC.J3082). Prepared for CIMA. (Relatório Final: Avaliação e Gerenciamento de Risco para uma Usina de Co-geração de Energia Elétrica que Utiliza Turbinas a Gás - Elaborado para a CIMA).
- Critchfield, Howard J. 1966. General Climatology. (Climatologia Geral) Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey.
- Di Persia, D., e J.J. Neiff. 1986. The Uruguay River System. The Ecology of River Systems, Chapter 12. (Sistemas Fluviais do Uruguai. Capítulo 12 da publicação Ecologia de Sistemas Fluviais) Dr. W. Junk Publishers. Dordrecht, The Netherlands.



- Egger, R., D. Schlee e R. Turk, 1994. Changes of Physiological and Biochemical Parameters in the Lichen Hypogymnia physodes (L.) NYL. Due to the Action of Air Pollutants - A Field Study. (Alterações dos Parâmetros Fisiológicos e Biológicos referentes ao Líquen Hypogymnia physodes (L.) NYL. Devido a Ação de Poluentes do Ar) Institute of Plant Physiology, University of Salzburg, Austria. *Phyton (Horn)* 34 (2). pp 229-242.
- Engecorps. 1997. Termoelétrica de Uruguaiana (RS). Sondagens de Reconhecimento, Relatório das Investigações de Campo (Setembro). São Paulo.
- Hausman, Abrão. 1960. Estudos das possibilidades de água subterrânea no Rio Grande do Sul. Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia, v.9, n.1, pp. 29-42.
- Hawksworth, D.L., F. Rose, 1970. Qualitative Scale for Estimating Sulfur Dioxide Air Pollution in England and Wales Using Epiphytic Lichens (Escala Qualitativa para Estimar o Nível de Poluição do Ar por Dióxido de Enxofre na Inglaterra e País de Gales, Utilizando Líquens Epifíticos) *Nature*. 277: 145-148.
- Hawksworth, D.L., F. Rose, 1976. Lichens As Pollution Monitors (Utilização de Líquens para Monitoramento de Poluição) Southhampton, UK: Camelot Press.
- Johnson, D.W., 1979. Air Pollution and the Distribution of Corticolous Lichens in Seattle, Washington. (Poluição do Ar e Distribuição de Líquens Cortícolos em Seattle, Washington) *Northwest Science*. 53: 257-263.
- Kessler, 1986. Controlling Electric Utility Construction Community Noise, International Electric Power Industry. Noise Abatement Engineering Workshop, July 1986. Sponsored by BBN Laboratories and Edison Electric Institute. (Controle de Ruídos na Comunidade Causados pela Construção de Instalações de Energia Elétrica de Utilidade Pública, Indústria Internacional de Energia Elétrica. "Workshop" de Engenharia sobre Abatimento de Ruídos, julho de 1986. Patrocinado pelos Laboratórios BBN e o Edison Electric Institute).

- Le Blanc, F., 1969. "Epiphytes and Air Pollution" In Air Pollution: Proceedings of the First European Congress on the Influence of Air Pollution on Plants and Animals. ("Epifitos e Poluição do Ar" na publicação: Poluição do Ar: Minuta do Primeiro Congresso Europeu da Influência de Poluição do Ar nas Plantas e Animais) Wageningen, Netherlands. (Nome da empresa editora desconhecido) : 211-221.
- LeBlanc, F., D.N. Rao, e G. Comeau, 1972. The Epiphytic Vegetation of Populus balsamifera and its Significance as an Air Pollution Indicator in Sudbury, Ontario. (Vegetação Epifítica do Populus balsamífera e sua Importância como Indicador de Poluição do Ar em Sudbury, Ontario) Canadian Journal of Botany. 50:519-538.
- LeBlanc, F., G. Robitaille e D.N. Rao, 1974. Biological Response of Lichens and Bryophytes to Environmental Pollution in the Murdochville Copper Mine Area, Quebec. (Reação Biológica dos Líquens e Briofitos a Poluição Ambiental na Área de Mineração de Cobre da Murdochville, Quebec). Journal of Hattori Botanical Laboratory. 38: 405-433.
- Levin, A.G. e M.L. Pignata, 1995. Ramalina ecklonii as a Bioindicator of Atmospheric Pollution in Argentina. (Utilização de Ramalina ecklonii como Indicador Biológico de Poluição Atmosférica na Argentina) Catedra Quimica General, Fac. Ciencias Exactas Fisicas Naturales, Univ. Nacional Cordoba. Canadian Journal of Botany 73 (8). 1196-1202.
- Nash, T.H., 1976. Lichens As An Indicator of Air Pollution (Utilização de Líquens como Indicadores de Poluição do Ar) Naturwissenschaften. 63: 364-367.
- National Safety Council, 1994. Accident Facts, 1994 Edition. (Conselho Nacional de Segurança, 1994 - Fatos sobre Acidentes, Edição de 1994) Itasca, IL
- Onna, A.F. 1978. Estudios Fitoplanctonicos en el Rio Uruguay y sus Relaciones con la Calidad de las Aguas. (Estudos Fitoplantônicos no Rio Uruguay e sua Relação com a Temperatura das Águas) 5ta. Congreso Arentino de Saneamiento, Santa Fe. 1: 191-223.



Le Blanc, F., 1969. "Epiphytes and Air Pollution" In Air Pollution: Proceedings of the First European Congress on the Influence of Air Pollution on Plants and Animals. ("Epifitos e Poluição do Ar" na publicação: Poluição do Ar: Minuta do Primeiro Congresso Europeu da Influência de Poluição do Ar nas Plantas e Animais) Wageningen, Netherlands. (Nome da empresa editora desconhecido) : 211-221.

LeBlanc, F., D.N. Rao, e G. Comeau, 1972. The Epiphytic Vegetation of Populus balsamifera and its Significance as an Air Pollution Indicator in Sudbury, Ontario. (Vegetação Epifítica do Populus balsamifera e sua Importância como Indicador de Poluição do Ar em Sudbury, Ontario) Canadian Journal of Botany. 50:519-538.

LeBlanc, F., G. Robitaille e D.N. Rao, 1974. Biological Response of Lichens and Bryophytes to Environmental Pollution in the Murdochville Copper Mine Area, Quebec. (Reação Biológica dos Líquens e Briofitos a Poluição Ambiental na Área de Mineração de Cobre da Murdochville, Quebec). Journal of Hattori Botanical Laboratory. 38: 405-433.

Levin, A.G. e M.L. Pignata, 1995. Ramalina ecklonii as a Bioindicator of Atmospheric Pollution in Argentina. (Utilização de Ramalina ecklonii como Indicador Biológico de Poluição Atmosférica na Argentina) Catedra Quimica General, Fac. Ciencias Exactas Fisicas Naturales, Univ. Nacional Cordoba. Canadian Journal of Botany 73 (8). 1196-1202.

Nash, T.H., 1976. Lichens As An Indicator of Air Pollution (Utilização de Líquens como Indicadores de Poluição do Ar) Naturwissenschaften. 63: 364-367.

National Safety Council, 1994. Accident Facts, 1994 Edition. (Conselho Nacional de Segurança, 1994 - Fatos sobre Acidentes, Edição de 1994) Itasca, IL

Onna, A.F. 1978. Estudios Fitoplanctonicos en el Rio Uruguay y sus Relaciones con la Calidad de las Aguas. (Estudos Fitoplantônicos no Rio Uruguay e sua Relação com a Temperatura das Águas) 5ta. Congreso Arentino de Saneamiento, Santa Fe. 1: 191-223.



- Le Blanc, F., 1969. "Epiphytes and Air Pollution" In Air Pollution: Proceedings of the First European Congress on the Influence of Air Pollution on Plants and Animals. ("Epifitos e Poluição do Ar" na publicação: Poluição do Ar: Minuta do Primeiro Congresso Europeu da Influência de Poluição do Ar nas Plantas e Animais) Wageningen, Netherlands. (Nome da empresa editora desconhecido) : 211-221.
- LeBlanc, F., D.N. Rao, e G. Comeau, 1972. The Epiphytic Vegetation of Populus balsamifera and its Significance as an Air Pollution Indicator in Sudbury, Ontario. (Vegetação Epifítica do Populus balsamifera e sua Importância como Indicador de Poluição do Ar em Sudbury, Ontario) Canadian Journal of Botany. 50:519-538.
- LeBlanc, F., G. Robitaille e D.N. Rao, 1974. Biological Response of Lichens and Bryophytes to Environmental Pollution in the Murdochville Copper Mine Area, Quebec. (Reação Biológica dos Líquens e Briofitos a Poluição Ambiental na Área de Mineração de Cobre da Murdochville, Quebec). Journal of Hattori Botanical Laboratory. 38: 405-433.
- Levin, A.G. e M.L. Pignata, 1995. Ramalina ecklonii as a Bioindicator of Atmospheric Pollution in Argentina. (Utilização de Ramalina ecklonii como Indicador Biológico de Poluição Atmosférica na Argentina) Catedra Quimica General, Fac. Ciencias Exactas Fisicas Naturales, Univ. Nacional Cordoba. Canadian Journal of Botany 73 (8). 1196-1202.
- Nash, T.H., 1976. Lichens As An Indicator of Air Pollution (Utilização de Líquens como Indicadores de Poluição do Ar) Naturwissenschaften. 63: 364-367.
- National Safety Council, 1994. Accident Facts, 1994 Edition. (Conselho Nacional de Segurança, 1994 - Fatos sobre Acidentes, Edição de 1994) Itasca, IL
- Onna, A.F. 1978. Estudios Fitoplanctonicos en el Rio Uruguay y sus Relaciones con la Calidad de las Aguas. (Estudos Fitoplantônicos no Rio Uruguay e sua Relação com a Temperatura das Águas) 5ta. Congreso Arentino de Saneamiento, Santa Fe. 1: 191-223.

- Power Systems Research Inc. 1994. The Brazilian Electric Power Sector. Prepared for AES Corp. (Setor Brasileiro de Energia Elétrica. Elaborado para a AES Corp.)
- Presotto, C.A., A.A. Dias, C.A. Kirchner, and P.F. Garcia, 1973. Projeto de Hidrogeologia da Fronteira Sudoeste do Rio Grande do Sul. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. July.
- Puerto Rico Electric Power Authority, 1993. Preliminary Environmental Impact Statement - Cambalache Combustion Turbine Project, (Declaração Preliminar do Impacto Ambiental - Projeto da Turbina de Combustão da Cambalache) April 18.
- Ross, L.J. e T.H. Nash, 1983. Effect of Ozone on Gross Photosynthesis of Lichens. (Efeito do Ozônio na Fotossíntese Bruta dos Líquens) Department of Botany & Microbiology, Arizona State University, Tempe, Arizona. *Environmental Experimental Botany* 23 (1); pp. 71-78.
- Scheffe, 1988. Screening Procedure to Determine Incremental Ozone Concentrations From a VOC Dominated Source. Draft U.S. EPA Document with no report number. (Procedimentos de Eliminação de Fatores Insignificantes na Identificação das Graduações de Concentração de Ozônio Produzido por uma Fonte que Gera Principalmente VOCs. Rascunho do Documento emitido pelo Órgão Ambiental dos E.U.A. sem número de relatório.)
- Stevens, K.N., W.A. Rosenblith, and R.H. Bolt. 1955. A Community's Reaction to Noise: Can It Be Forecast? *Noise Control* 1(1):63-71. (A Reação da Comunidade aos Ruídos: Isto Poderá Ser Previsto? *Controle de Ruídos* 1(1):63-71).
- Teplitzky, A.M. 1978. Power Plant Noise Emission. (Geração de Ruídos pelas Usinas de Geração de Energia Elétrica) Na: A.M. Teplitzky, and E.W. Wood (eds.), *Inter-Noise-78*.
- Tucci, Carlos E.M., and Mario O. Simoes Lopez. 1985. Zoneamento das áreas de inundação: Rio Uruguai. *Revista Brasileira de Engenharia*, Rio de Janeiro, v.3, n.1, p.19-45. Maio.



U.S. Environmental Protection Agency 1972. EPA Noise Model, Report to the President and Congress on Noise, from the Administrator of the Environmental Protection Agency, in compliance with Title IV of Public Law 91-604, The Clean Air Act Amendments of 1970, Dated February 1972. (Órgão Ambiental dos E.U.A. 1972. Padrões referentes aos Ruídos elaborados pelo Órgão Ambiental, Relatório enviado ao Presidente e ao Congresso sobre Ruídos, emitido pelo Administrador do Órgão de Proteção ao Meio Ambiente, de acordo com as exigências do Título IV da Lei Pública 91-604, Emenda do Decreto sobre Ar Limpo de 1970, datada de fevereiro de 1972).

U.S. Environmental Protection Agency 1974. Information on Levels of Environmental Noise Requisite to Protect Public Health and Welfare with a Adequate Margin of Safety. U.S. EPA Publication No.550/9-74-004. March 1974 (Informações sobre os Níveis de Ruídos Ambientais Necessários para Garantir a Proteção da Segurança e Saúde do Público com uma Margem de Segurança Adequada. Publicação No.550/9-74-004, do Órgão Ambiental dos E.U.A. de março de 1974).

U. S. Environmental Protection Agency, 1980. A Screening Procedure for the Impacts of Air Pollution Sources on Plants, Soils and Animals. EPA 450/2-81-078. (Órgão Ambiental dos E.U.A., 1980. Procedimentos para Eliminação de Fatores Insignificantes na Identificação dos Impactos da Poluição do Ar em Plantas, Solos e Animais).

U. S. Environmental Protection Agency, 1985. Guideline for Determination of Good Engineering Practice Stack Height (Technical Support for the Stack Height Regulations), Revised. Office of Air Quality Planning and Standards, Research Triangle Park, NC. EPA Publication No. 450/4-80-023R. (NTIS No. PB 85-225241). (Órgão Ambiental dos E.U.A., 1985. Diretrizes referentes as Boas Práticas de Engenharia quanto a Altura de Chaminés - Revisadas. Departamento de Planejamento e Padrões de Qualidade do Ar).

Trass, H., 1973. Lichen Sensitivity to Air Pollution and Index of Paleotolerance (I.P.) (Sensitividade dos Líquens a Poluição do Ar e Índice de Paleotolerância) Folia Cryptogamica Estonica, Tartu. 3: 19-22.

VEC Noise Level Model, VEC NP Model, (Padrões referentes ao Nível de Ruídos elaborados pela VEC) VEC Inc, Waltham, Massashusetts (USA).



World Bank Group. 1997. Pollution Prevention and Abatement Handbook: Toward Cleaner Production. The World Bank Group. September. (Manual de Prevenção e Abatimento de Poluição: Visando Maneiras Mais Limpas de Produção. Grupo Banco Mundial. setembro).

World Conservation Monitoring Center (WCMC), International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. 1993. 1994 IUCN Red List of Threatened Animals, 1994. Cambridge, United Kingdom. (Centro Mundial de Monitoramento de Áreas de Conservação - WCMC - União Internacional para Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais. 1993. Lista Vermelha da IUCN dos Animais Ameaçados de Extinção, 1994. Cambridge, Reino Unido).

Geologia, Geomorfologia, Solos e Águas Subterrâneas

ALLEN, S. E. et alii. Chemical Analysis of Ecological Materials. Oxford, Blackwell Scientific Publication. 1974. p. 305-74.

ARAUJO, L. M.; FRANÇA, A. B.; POTTER, P. E. Aquífero Gigante do Mercosul no Brasil, Argentina, Paraguai e Uruguai: mapas hidrogeológicos das Formações Botucatu, Pirambóia, Rosário do Sul, Buena Vista e Tuquarembó. Curitiba, UFPR/PETROBRAS, set. 1995. 16 p., il.

BATTASSINI, João Carlos. Estudo da situação do Município. Uruguaiana, EMATER, 1997. 108 p., il. + 03 mapas [Anexo III - Mapa de Solos].

BEANLANDS, Gordon E. & DUINKER, Peter N. An Ecological Framework for Environmental Impact Assessment in Canada. Halifax, Dalhousie University, 1983. 132 p., il.

CANTER, Larry W. Environmental Impact Assessment. New York, McGraw-Hill, 1977. 331 p., il.

CANTER, Larry W. & HILL, Loren G. Handbook of Variables for Environmental Impact Assessment. Ann Arbor, Ann Arbor Science, 1979. 203 p., il.

CARTOGRAPHIE: le domaine de Spot par excellence. SPOT Magazine, Toulouse, n. 27, Juin 1997, p. 6-7.

CIENTEC. Termo de referência para elaboração de: Estudo de Impacto Ambiental EIA e Relatório de Impacto Ambiental -RIMA. [Cliente AES Brasil Elétrica Ltda.]. Porto Alegre, junho 1997. 20 p.



- CPRM. **Mapa Hidrogeológico do Brasil**. Brasília, DNPM, 1983. Mapa 93,0 X 93,0 cm, Escala 1:5.000.000.
- DNPM. **Mapa geológico do Estado do Rio Grande do Sul (Escala 1:1.000.000) e parte do escudo sul-rio-grandense (Escala 1:600.000)**. Brasília, 1989. Mapa 99,0 X 125,5 cm. [inclui colunas estratigráficas dos dois mapas]
- **Mapa hidrogeológico do Brasil**. Brasília, CPRM, 1983. Mapa 93,0 X 93,0 cm, Escala 1:5.000.000.
- DUBRANA, Didier. Haute tension sous les lignes. *Science & Vie*, Paris, n. 905, p. 88-94, Fév. 1993.
- DUINKER, Peter N. & BEANLANDS, Gordon E. The Significance of Environmental Impacts: An Exploration Of The Concept. *Environmental Management*, New York, v. 10, n. 1, p. 1-10, 1986.
- FREEMAN, Bill. *Environmental Ecology; the ecological effects of pollution, disturbance, and other stresses*. 2. Ed. San Diego, Academic, 1995. 606 p., il.
- FREITAS NETO, Manoel da Rosa; LEMOS, Paulo Renato P.; SANTOS, José Antônio F. dos. **Uruguaiana vista por você**. 4. Ed. Uruguaiana, Charrua FM/IBGE, 1993. n. p., il.
- FREITAS NETO, Manoel da Rosa & TIETBÖHL, Julio Cesar Ferreira. **Uruguaiana vista por você**. 5. Ed. Uruguaiana, Charrua FM/IBGE, 1994. 47 p., il.
- FORTES, Amyr Borges. **Compêndio de Geografia Geral do Rio Grande do Sul**. 6. Ed. Porto Alegre, Sulina, 1979. 102 p., il.
- GEOPROSPEC. **Plano de Controle Ambiental - A. Schneider Ltda. - Extração de areia em leito de rio - Uruguaiana-RS**. Porto Alegre, 1992. 62 p., il.
- GUERRA, Antônio Teixeira. **Dicionário Geológico-Geomorfológico**. 4ª ed. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro de Geografia/IBGE, 1972. 439 p., il.

- GUERRA, Sinclair Mallet-Guy & CARVALHO, Antomar Viegas de. Um paralelo entre os impactos das usinas hidrelétricas e termoeletricas. *Revista de Administração de Empresas*, São Paulo, v. 35, n. 4, p. 83-90, jul./ago. 1995.
- HAUSMAN, Abrão. Estudos das possibilidades de água subterrânea no Rio Grande do Sul. *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*, v. 9, n. 1, p.29-42, 1960.
- INCRA. Foz do Imbaá - Capacidade de uso Folha SH.21-I-IV-2. Porto Alegre, [1967]. Mapa 42,0 X 27,5 cm, Escala 1:100.000.
- IBAMA. Termo de Referência para elaboração e apresentação do Estudo de Impacto Ambiental - EIA e respectivo Relatório de Impacto Ambiental -RIMA da Usina Termoeletrica de Uruguaiana - Uruguaiana/RS. Brasília, agosto 1997. 20 p.
- . Foz do Imbaá - Geomorfologia Folha SH.21-I-IV-2. Porto Alegre, [1967]. Mapa 42,0 X 27,5 cm, Escala 1:100.000.
- . Foz do Imbaá - Uso da Terra Folha SH.21-I-IV-2. Porto Alegre, [1967]. Mapa 42,0 X 27,5 cm, Escala 1:100.000.
- JAIN, Ravinder Kumar; URBAN, Lloyd V.; STACEY, Gary S. *Environmental Impact Analysis; a New Dimension in Decision Making*. New York, Van Nostrand Reinhold, 1977. 330 p., il.
- LEMOS, Raimundo Costa de et alii. *Levantamento de recursos dos solos do Estado do Rio Grande do Sul*. Recife, Ministério da Agricultura, 1973. 431 p., il. + 01 mapa (1970) 106,0 X 110,5 cm, em escala 1:750.000. [Ministério da Agricultura, Departamento de Pesquisa Agropecuária, Divisão de Pesquisa Pedológica. - Boletim Técnico nº 30]
- LEOPOLD, Luna B. et alii. *A Procedure for Evaluating Environmental Impact*, Washington, U.S. Geological Survey, 1971. 13 p., il. + 1 matriz 72,5 x 78,5 cm dobrada em bolso [Circular 645].
- LIMA, Maria José C. Porto de. *Prospecção Geotécnica do Subsolo*. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos, 1980. 104 p., il.



- MARCUS, Linda Graves, **A Methodology for Post-EIS (Environmental Impact Statement) Monitoring.** Reston, U. S. Geological Survey, 1979, 39 p., il. + 2 figuras dobradas em bolso [Circular 782].
- NOVAES, Flavio Lima de et alii. **Linhas de transmissão - Metodologia para estudo de rota e de traçado - RIMA. Solos e rochas,** Rio de Janeiro, v. 11, p. 11-15.
- ODUM, E. P.; FINN, J. T.; FRANZ, E. H., **Perturbation Theory and the Subsidy-Stress Gradient,** Bioscience, Washington, v. 29, n. 6, p. 349-52, June 1979.
- OLADE. **Guide for assessing the environmental impact of thermoelectric stations.** Quito, April 1994. 239 p., il.
- PRESOTTO, Cladis Antonio et alii. **Projeto Hidrogeologia da Fronteira Sudoeste do Rio grande do Sul - Relatório Final.** Porto Alegre, CPRM, julho 1973. [V. 1 263 p., il; v.2 (catálogo de inventário, fichas análises químicas, perfis poços) e v. 3 (nomenclatura das quadriculas e mapas) anexos]
- PROJETO RADAMBRASIL. **Folha SH.22 Porto Alegre e parte das folhas SH.21 Uruguaiana e SI.22 Lagoa Mirim: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra.** Rio de Janeiro, IBGE, 1986. 796 p., il. + 06 mapas em escala 1:1.000.000. [Levantamento de Recursos Naturais v. 33].
- **Mapa de avaliação do relevo Folhas SH/SI.22/21.** Rio de Janeiro, IBGE, 1986. Mapa 81,5 X 130,0 cm, Escala 1:1.000.000. [Levantamento de Recursos Naturais, v. 33]
- **Mapa de capacidade de uso dos recursos naturais renováveis Folhas SH/SI.22/21.** Rio de Janeiro, IBGE, 1986. Mapa 81,5 X 119,5 cm, Escala 1:1.000.000. [Levantamento de Recursos Naturais, v. 33]
- **Mapa exploratório de solos Folhas SH/SI.22/21.** Rio de Janeiro, IBGE, 1986. Mapa 82,0 X 117,0 cm, Escala 1:1.000.000. [Levantamento de Recursos Naturais, v. 33]
- **Mapa geológico Folhas SH/SI.22/21.** Rio de Janeiro, IBGE, 1986. Mapa 81,5 X 125,5 cm, Escala 1:1.000.000. [Levantamento de Recursos Naturais, v. 33]



ROHDE, Geraldo Mário. **Estudos de Impacto Ambiental**. Porto Alegre, CIENTEC, 1988. 42 p.
[Boletim Técnico nº 04].

TUCCI, Carlos E. M. & LOPES, Mário O. Simões. Zoneamento das áreas de inundação: Rio Uruguai.
Revista Brasileira de Engenharia, Rio de Janeiro, v. 3, n. 1, p. 19-45, maio 1985.

SCHAEFFER, Fritz & SCHACHTSCHABEL, P. **Lehrbuch der Bodenkunde**. Stuttgart, Enke, 1984.
XII + 442 p., il.

SUPLAN. **Aptidão Agrícola das Terras**; estudos básicos para o planejamento agrícola; Rio Grande do
Sul. Brasília, 1978. 56 p., il.

WHITTEN, D. G. A. & BROOKS, J. R. V. **The Penguin Dictionary of Geology**, Middlesex, Penguin
Books, 1976. 516 p., il.

WREGGE, Mário Luiz Damé. **Estudos preliminares das áreas marginais do rio Ibicuí (RS)**. Porto
Alegre, UFRGS-IPH, 1979. P., il.

Biótico

ACHAVAL, F., GONZÁLES, J.G., MENEGHEL, M., MELGAREJO, A. Lista comentada del material
recogido en costas uruguayas, transportado por camalotes desde Rio Paraná. *Acta Zool. Lilloana*, v.
35, p. 195-200, 1979.

AGOSTINHO, A. A. *Peixes da Bacia do Alto Paraná*. Cadernos Acqua: Simpósio Internacional sobre
aspectos ambientais da Bacia do Prata, Foz do Iguaçu, PR. 1993. p. 165-186.

ANDRADE, L.A. de. *O mapeamento orbital como ferramenta para a confecção de cartas e seu emprego
no cadastro técnico rural multifinalitário*. In: I Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico
Multifinalitário. Florianópolis. Anais, p. 75-79, 1994.

ANDRADE, M.A. de. *Lista de Campo das Aves no Brasil*. Belo Horizonte, Fundação Acangau. 1995.

ASSAD, E.D., SANO, E.E. *Sistema de informações geográficas: aplicações na agricultura*. EMBRAPA-
CPAC. Planaltina, Brasil. 274 p, 1993.

ÁVILA-PIRES, F. D. Mamíferos descritos do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *Rev. Bras. Biol.* n.
54, v. 3, p. 367-384. 1994.

BASE DE DADOS TROPICAL. *List of Threatened Animals of Brazil*. Campinas, Fundação Tropical de
Pesquisas e Tecnologia "André Tosello". <http://www.bdt.org>. 1997.

BELTON, W. *Aves do Rio Grande do Sul: Distribuição e Biologia*. São Leopoldo, Editora da
UNISINOS. 1994.



- BERNARDES, A. T.; MACHADO, A. B. M. & RYLANDS, A. B. *Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção*. Belo Horizonte, Fundação Biodiversitas, 1990.
- BERTOLETTI, J.J. Aspectos sistemáticos e biológicos da ictiofauna do rio Uruguai. *Veritas*, v. 30, n. 117, p. 93-129. 1985.
- BERTOLETTI, J.J.; LUCENA, C.A.S.; LUCENA, Z.M.S.; MALABARBA, L.R.; REIS, R.E. Ictiofauna do rio Uruguai superior entre os municípios de Aratiba e Esmeralda, Rio Grande do Sul, Brasil. *Com. Mus. Ciênc. PUCRS*, n. 48, p. 3-42. 1989.
- BERTOLETTI, J.J.; LUCENA, C.A.S.; LUCENA, Z.M.S.; MALABARBA, L.R.; REIS, R.E. Ictiofauna do rio Canoas, sistema do rio Uruguai superior, Campos Novos, Santa Catarina, Brasil. *Com. Mus. Ciênc. PUCRS*, n. 49, p. 43-75. 1989.
- BIBBY, C.J., BURGESS, N.D., HILL, D.A. *Bird Census Techniques*. London, Academic Press. 1992.
- BICCA-MARQUES, J. C. Ecologia e Comportamento de um Grupo de Bugios-Pretos *Alouatta caraya* (Primates, Cebidae) em Alegrete, RS. Dissertação de Mestrado, Depto. de Zoologia e Ecologia Animal, Univ. de Brasília. 1991.
- BICCA-MARQUES, J.C.; CALEGARO-MARQUES, C. Activity Budget and Diet of *Alouatta caraya*: An age-sex analysis. *Folia Primatologica*, v. 63, p. 216--220. 1994.
- BRAUN, P.C., BRAUN, C.A.S. Fauna da fronteira Brasil-Uruguai. Lista dos anfíbios dos Departamentos de Artigas, Rivera e Cerro Largo. *Iheringia, Sér. Zool.*, v. 45, p. 34-49, 1974.
- BRAUN, P.C., BRAUN, C.A.S. Lista prévia dos anfíbios do Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia, Sér. Zool.* v. 56, p. 121-146. 1980.
- BRAUN-BLANQUET, J. *Fitosociología - Bases para el estudio de las comunidades vegetales*. Madrid, Blume, 1979, 820 p.
- BUCKUP, P.A. The genus *Heptapterus* (Teleostei, Pimelodidae) in Southern Brazil and Uruguay, with the description of a new species. *Copeia*, v. 3, p. 641-653. 1988.
- BUCKUP, P.A.; REIS, R.E. Chaciddin genus *Characicum* (Teleostei, Characiformes) in Southern Brazil, with description of three new species. *Copeia*, n. 3, p. 531-548. 1997.
- BURROUGH, P.A. *Principles of geographical information systems for land resources assessment*. Oxford University press. Oxford. 194p, 1992.
- CABRERA, A. Catalogo de los Mamíferos de America del Sur. *Rev. Mus. Argent. de Cien. Nat. "Bernardino Rivadavia"*, Tomo IV, vol. 2. 1961.
- CARNEVALI, R. Guia Botánica - Paso de los Libre a colonia "Carlos Pellegrini" por Mercedes. *XIII Jornadas Argentinas de Botánica*, 1973.
- CEI, J.M. Amphibians of Argentina. *Monitore Zoológico Italiano*, (N. S.) Monografia 2 :i-xii, 1-609, 1980.
- CRESPO, J. A. Presense of the reddish howling monkey (*Alouatta guariba clamitans* Cabrera) in Argentina. *J. Mammal.*, v. 35, p. 117-118. 1954.
- EASTMAN, J. R. *IDRISI user's guide*. Worcester, Clark University, 1992.
- EASTMAN, J. R. *IDRISI for Windows user's guide*. Worcester, Clark University, 1995.
- ELACHI, C. *Introduction to the physics and techniques of remote sensing*. New York, John Wiley, 1987.



- EMMONS, L. H.; *Neotropical Rainforest Mammals. A Field Guide*. 2nd ed. Chicago, University of Chicago Press. 1997.
- FERRARO, L.I. *Contribuição a La Flora Liquenologica de Corrientes* (Rep. Argentina). 1978.
- FLEIG, M., FILHO, J. W. M. Gênero dos Líquens Saxícolas e Terrícolas do Morro_Santana. *Acta Botânica Brasilica*, v. 4, n 2, 1990.
- FONSECA, G. A. B.; RYLANDS, A. B.; COSTA, C. M. R., MACHADO, R. B., LEITE, Y. L. R.; *Livro Vermelho dos Mamíferos Brasileiros Ameaçados de Extinção*. Belo Horizonte, Fundação Biodiversitas, 1994.
- FONSECA, G. A. B.; HERMANN, G.; LEITE, Y. L. R.; RYLANDS, A. B.; PATTON, J. L.; MITTERMEIER, R. A. *Lista Anotada dos Mamíferos do Brasil*, Occasional Paper Nº 4, Washington, D.C., Conservation International, 1996.
- FORTES, A.B. *Geografia física do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, Ed. Globo, 356 p, 1959.
- GALLARDO, J.M. La distribución de las subespecies de *Bufo granulosus* Spix. Su fidelidad a los sistemas hidrográficos sudamericanos. *Ciencia e Investigación*, v. 25, n. 9, p. 406-416, 1969.
- GAUVÉRIAUX, J. P. Les Líquens et La Bioindication de La Qualité de L'air. *Bulletin de la Societe de Botanique du Nord de La France*, v. 49. n. 4, 1996.
- GIRARDI-DEIRO, A.M., GONÇALVES, J.O.N. Estrutura da vegetação de um campo natural submetido a três cargas animais na região sudoeste do Rio Grande do Sul. *Boletim de Pesquisa*, n. 01, p. 1-54, 1985.
- GUDYNAS, E. Sobre o Rio Uruguay como barreira geográfica para anfíbios, y la significación de la presencia de *Leptodactylus chaquensis* CEI, 1950 (Anura, Leptodactylidae) en el Uruguay. *Bol. Soc. Zool. Del Uruguay* (2ª época), v. 2, p. 78-89, 1984.
- HALE, M.E. *How to Know the lichens*. Dubuque, CO. M. Brow, 25 p, 1969.
- HELLAWELL, J.M. *Biological indicators of freshwater pollution and environmental management*. London, Elsevier Applied Sc. Pub. 1986. 546p.
- HEYER, W.R. *Measuring and Monitoring Biological Diversity - Standard Methods for Amphibians*. Washington, Smithsonian Institution Press, 364 p., 1994.
- HOFFER, R. M. *Biological and physical considerations in applying computer-aided analysis to remote sensor data*. in: SWAIN, P. H. & DAVIS, S. M. (ed.) 1988. *Remote sensing: the quantitative approach*. New York, McGraw Hill, 1988.
- IBGE. Folhas SH 22 Porto Alegre e parte das folhas SH 21 e SI 22 Lagoa Mirim: Levantamento de Recursos Naturais. Geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. V. 33. Rio de Janeiro, 776 p, 1986.
- JENSEN, J. R. *Introductory digital image processing*. Engelwood Cliffs, Prentice, 1986.
- JONES, J. *TOSCA reference guide version 2*. Worcester, Clark University, 1993.
- JUNK, W.J.; BAYLEY, P.B.; SPARKS, R.E. *The flood pulso concept in river-floodplain systems*. Proceedings of the international large river symposium. Honey Harbour, Canada. P. 111-127. 1986.
- KREBS, C.J. *Ecological methodology*. New York, Harper & Row. 1989. 654p.



- LEMA, T. Lista preliminar das Serpentes registradas para o Estado do Rio Grande do Sul (Brasil meridional) (Reptilia, Lepidosauria, Squamata). *Acta Biol. Leopoldensia*, v. 9, n. 2, p. 225-240, 1987.
- LEMA, T. Lista comentada dos Répteis e correntes no Rio Grande do Sul, Brasil. *Comun. Mus. Ciênc. Tecnol. PUCRS*, Sér. Zool., v. 7, p. 41-150, 1994.
- LEMA, T., FABIÁN-BAUERMANN, M.E. Levantamento preliminar dos répteis da região da fronteira Brasil-Uruguaí. (Ophidia-Colubridae). *Iheringia Sér. Zool.* v. 50, p. 61-92, 1977.
- LOBÓN-CERVIÁ, J.; UTRILLA, C.G.; QUEROL, E.; PUIG, M.A. Population ecology of pike-cichlid, *Crenicichla lepidota*, in two streams of the Brazilian Pampa subject to a severe drought. *J. Fish Biol.* v. 43, p. 537-557. 1993.
- LOCH, R.E.N. *Algumas considerações sobre a base cartográfica*. In: I Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário. Florianópolis. Anais, p. 15-23, 1994.
- LUCENA, C.A.S.; KULLANDER, S.O. The *Crenicichla* (Teleostei: Cichlidae) species of the Uruguai River drainage in Brazil. *Ichthyol. Explor. Freshwaters*, v. 3, n. 2, p. 97-160. 1992.
- LUCENA, C.A.S.; MARDINI, C.V.; SILVA, C.P. Avaliação preliminar dos efeitos causados na fauna de peixes pelo bombeamento de água em lavouras de arroz do Rio Grande do Sul. *Doc. Ocas. Sec. Agric. RS*, n. 6, p. 1-16. 1988.
- LUCENA, C.A.S.; PEZZI DA SILVA, J.F. Descrição de uma nova espécie do gênero *Rhamdella* Eigenmann & Eigenmann, 1888 (Siluriformes: Pimelodidae) para o médio rio Uruguai, sul do Brasil. *Com. Mus. Ciênc. PUCRS*, v. 4, n. 3, p. 28-47. 1991.
- MACLURE, F.A., SMITH, L.B. Gramíneas. In: REITZ, R. *Flora Ilustrada Catarinense*: GRAM. 1407 P., 1967.
- MAGURRAN, A.E. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton, Princeton University Press. 1988. 179p.
- MALABARBA, L.R. Histórico sistemático e lista comentada das espécies de peixes de água doce do sistema da Laguna dos Patos, Rio Grande do Sul, Brasil. *Com. Mus. Ciênc. PUCRS*, v. 2, n. 8, p. 107-179. 1989.
- MALABARBA, L.R.; ISAIA, E.A. The fresh water fish fauna from the Rio Tramandai drainage, Rio Grande do Sul, Brazil, with a discussion of its historical origin. *Com. Mus. Ciênc. PUCRS*, v. 5, n. 12, p. 197-223. 1992.
- MALABARBA, L.R., REIS, R.E. *Manual de técnicas para a preparação de coleções zoológicas*. 36. Peixes. Campinas, Sociedade Brasileira de Zoologia. 1987.
- MOURÃO, G.; CAMPOS, Z.M.S. Survey of broad-snouted *Caiman latirostris*, marsh deer *Blastocerus dichotomus* and capybara *Hydrochaeris hydrochaeris* in the area to the inundated by Porto Primavera Dam, Brazil. *Biological Conservation*, v. 73, p. 27-31. 1995.
- NAROSKY, T., YZURIETA, D. *Guia para la Identificación de las Aves de Argentina Y Uruguay*. Asociacion Ornitológica del Plata, Buenos Aires, Vazquez Mazzini Editores. 1993.
- NEVILLE, M. K., GLANDER, K. E., BRAZA, F., RYLANDS, A. B., The Howling Monkeys, Genus *Alouatta*. in: Ecology and Behavior of Neotropical Primates (MITTERMEIER, R., RYLANDS, A. B., COIMBRA-FILHO, A. e FONSECA, G. A. B. eds.), Washington, World Wildlife Fund., 1988.



- NOVAK, R. M.; *Walker's Mammals of the World*. Baltimore, John Hopkins University Press, 5^a ed., 1991.
- PEREIRA, E.H.L.; REIS, R.E. *Hemipsilichthys vestigipinnis* sp. n. (Teleostei, Siluriformes) a new loricariid catfish from the rio Uruguay basin, Southern Brazil. *Revue fr. Aquariol.* v. 18, n. 4, p. 111-116. 1992.
- PHILLIPS, T. L. & SWAIN, T. H. Data processing methods and systems. In: SWAIN, P. H. & DAVIS, S. M. (ed.) 1988. *Remote sensing: the quantitative approach*. New York, McGraw Hill, 1988.
- QUEROL, M.V.M.; QUEROL, E. Reprodução de Traíra - *Hoplias malabaricus* (Pisces Erytrinae) na região de Uruguaiana RS - Brasil. *Hifen*, v. 18, n. 34, p. 31-45. 1993.
- RALPH, C.J., GEUPEL, G.R., PYLE, P., MARTIN, T.E., DeSANTE, D.F. *Handbook of Field Methods for Monitoring Landbirds*. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-144. Pacific Southwest Research Station, Albany, Forest Service, U.S. Department of Agriculture. 1993.
- RAMBO, B. *A fisionomia do Rio Grande do Sul - Ensaio de monografia natural*. 2^a ed. Liv. Selbach: Porto Alegre. 471 p, 1956.
- REIS, R.E.; MALABARBA, L.R. Revision of the neotropical cichlid genus *Gymnogeophagus* Ribeiro, 1918, with descriptions of two new species (Pisces, Perciformes). *Revta. Bras. Zool.* v. 4, n. 4, p. 259-305. 1988.
- REIS, R.E.; WEBER, C.; MALABARBA, L.R. Review of the genus *Hypostomus* Lacèpede, 1803 from Southern Brazil, with descriptions of three new species (Pisces, Siluriformes, Loricariidae). *Revue Suisse Zool.* v. 97, n. 3, p. 729-766. 1990.
- RIDGELY, R., TUDOR, G. *The Birds of South America*. v. 1 - The Oscine Passerines. Austin, Texas Press. 1989.
- RIDGELY, R., TUDOR, G. *The Birds of South America*. v. 2 - The Oscine Passerines. Austin, Texas Press. 1994.
- ROS, A. E.; DELFINO, R. *Las pesquerias de la cuenca del Plata en Bolivia, Paraguay, Argentina y Uruguay*. Cadernos Acqua: Simpósio Internacional sobre aspectos ambientais da Bacia do Prata, Foz do Iguaçu, PR. 1993. p.187-200.
- SCHOWENGERT, R. A. *Techniques for image processing and classification in remote sensing*. New York, Academic, 1983.
- SHAFFER, A. *Fundamentos de ecologia e biogeografia das águas continentais*. Porto Alegre, Ed. UFRGS. 1985. 532 p.
- SICK, H. *Ornitologia Brasileira: Uma Introdução*. Brasília, Editora da Universidade de Brasília. 2 vol. 1984.
- SILVA, F. *Mamíferos silvestres do Rio Grande do Sul*. Publicações Avulsas FZB n° 7. Porto Alegre, Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, 1984.
- STEVAUX, J, SOUZA FILHO, E.; JABUR, I. A história quaternária do rio Paraná em seu alto curso. In: VAZZOLER, A.E.M.; AGOSTINHO, A.A.; HAHN, N. (Eds.) *A planície de inundação do alto rio Paraná - aspectos físicos, biológicos e sociais*. Maringá, EDUEM-NUPELIA. 460p, 1997.



- VANNOTE, R.L.; MINSHALL, G.M.; CUMMINS, K.W.; SEDELL, J.R.; CUSHING, C.E. The river continuum concept. *Can.J.Fish.Aquat.Sci.* n. 37, p. 130-137. 1980.
- WILSON, D.E. & REEDER, D.M. *Mammals Species of the World: a Taxonomic and Geographic Reference*. 2ª edição. Washington, D.C., Smithsonian Institution Press, 1993.
- XAVIER, L. et al.. *Manual de Liqueologia Brasileiro*. Recife, UFPE, 431p, 1976.

Sócio-Econômico

- EMATER/RS - ESCRITÓRIO REGIONAL DA CAMPANHA/BAGÉ - ESCRITÓRIO MUNICIPAL DE URUGUAIANA. *Estudo da situação do Município*. EMATER-RS. 1997
- FREITAS NETO, Manoel da Rosa; TIETBÖHL, Júlio César Ferreira. *Uruguaiana vista por você: Uruguaiana através dos números*. 5ª ed. 1994. Prefeitura de Uruguaiana. 1994.
- INTER-AMERICAN DEVELOPMENT BANK (IDB); LATIN AMERICAN ENERGY ORGANIZATION (OLADE). *Guide for assessing the environmental impact of thermoelectric stations*. Quito, Ecuador, April 1994. IDB-OLADE
- OLIVEIRA, Naia. *A fronteira oeste do RS na integração latino-americana*. Porto Alegre: FEE, 1996.
- SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO. *Plano Diretor de desenvolvimento urbano*. Uruguaiana, 1986.
- VILLELA, Urbano Lago. *Uruguaiana, atalaia da pátria: o homem, o meio e a história*. Editora La Salle, 1971

