



CGTEE COMPANHIA DE GERAÇÃO
TÉRMICA DE ENERGIA ELÉTRICA

Plano Básico Ambiental do Complexo Candiota I. II e III

Vol. I



Estudos Ambientais Ltda

Agosto 1998



CGTEE COMPANHIA DE GERAÇÃO
TÉRMICA DE ENERGIA ELÉTRICA

Cód. 440.3

Plano Básico Ambiental do Complexo Candiota I, II e III

Vol. I



Estudos Ambientais Ltda

Agosto 1998



Apresentação

O presente relatório técnico objetiva a apresentação do documental solicitado pelo IBAMA no processo de licenciamento do complexo termelétrico de Candiota, na LP 032/98 em regime de prioridade especificado em termo de referência respectivo a elaboração do Plano Básico Ambiental PBA. Este documental constituinte do Volume I do PBA a ser entregue posteriormente em prazo hábil, diz respeito aos seguintes aspectos: Relato dos documentos existentes sobre Usos e Qualidade de mananciais superficiais a partir de 1988; Programa de Monitoramento da Água, do Sedimentos e de Bioindicadores, além da revisão e redimensionamento do sistema de monitoramento de qualidade do ar e emissões atmosféricas.

A CGTEE através da e Licitação Pública , contratou a empresa MRS Estudos Ambientais Ltda.

Realizadas tarefas entende-se satisfazer plenamente as demandas requeridas pelo órgão licenciador dentro de prazos exíguos requeridos para o andamento do processo. Por fim destaca-se a necessidade de compreensão do fato que em diferentes momentos é comentado neste relatório, fatos relacionados ao processo de mineração de carvão, visto sua correlação com empreendimento, porém salientamos que a lavra e demais estruturas conexas a esse processo são foco de licenciamento específico vinculado a outro empreendedor.

Oc. Régis Rodrigues Muller
Diretor MRS Estudos Ambientais Ltda



Estudos Ambientais Ltda.

Responsáveis Técnicos:

**Geólogo Alexandre N. da Rosa / CREA 66.876
Engº Tarcísio Isaia CREA 12135/D**

Equipe técnica:

**Bióloga Simone Pugues
Eng. Shigueru Yamagatu
Oceanólogo Alex Neves Strey
Oceanólogo Régis Rodrigues Müller
Geólogo Cláudio Netto Lummertz
Geólogo André Bastos**



ÍNDICE

✓ 1. DADOS SOBRE USO E QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS	2
2. PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA.....	20
3. PROGRAMA DE MONITORAMENTO DOS SEDIMENTOS DA BACIA	26
4. PROGRAMA DE MONITORAMENTO POR BIOINDICADORES.....	40
5. PROGRAMA DE MONITORAMENTO ATMOSFÉRICO	51
6. MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR.....	78



1. DADOS SOBRE USO E QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

Projeto de Estudo da Vulnerabilidade à Contaminação dos Mananciais Subterrâneos Decorrentes da Extração Mineral (Machado, J. L. F.; Peruffo, N. e Lima, J. E. F.)

Realização: CPRM (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais)

Período: 1984

COMENTÁRIO: Um dos itens deste estudo refere-se à análise de 6 amostras de água de rios, na área abrangida pelas rochas sedimentares e sedimentos inconsolidados da região de Candiota.

Foram abordados os aspectos químicos fornecidos pelas análises das amostras, embora estas amostras não sejam representativas dos pontos de coletas, mas sim da área de drenagem situada a montante dos mesmos.

Foram amostrados os seguintes pontos:

- arroio afluente do drenante da área de mineração da CRM;
- arroio Candiota à jusante do arroio Poacá;
- arroio drenante da área de mineração atual da CRM (sanga da Carvoeira) no Passo do Tigre;
- arroio Poacá, no Passo do Tigre, a montante do arroio drenante da área de mineração da CRM (sanga da Carvoeira);
- arroio Poacá, no Passo do Tigre, a jusante do arroio drenante da área de mineração da CRM (sanga da Carvoeira);
- arroio Candiota a montante do arroio Poacá.

Das 6 amostras analisadas, verifica-se que em 3 predomina o ânion sulfato e em 3 o ânion bicarbonato. A condutividade elétrica mostra valores que variam de 75 a 1.387 micromhos/cm, sendo que o valor mais elevado encontrado foi na drenagem que banha as áreas de mineração de carvão. O resíduo seco que varia de 57,0 a 329,6 mg/l, da mesma maneira que a condutividade, apresenta os valores mais elevados na citada drenagem.

As águas amostradas, em relação ao pH, variam de ácidas a alcalinas com os valores que vão de 2,9 a 7,3. Para a dureza os valores variam de 11,0 a 156,0 mg/l de CaCO₃, ou seja, de 1,1 a 15,6 °f. No caso de acidez, os resultados obtidos fornecem valores que variam de 4,0 a 119,0 mg/l de CaCO₃ e, para a alcalinidade, os valores obtidos (10,0; 16,0 e 19,0 mg/l de CaCO₃) se referem às amostras cujo teor de bicarbonato predomina sobre os demais.

Os resultados das amostras de águas superficiais mostram que nos tipos químicos predominam tanto águas sulfatadas quanto bicarbonatadas com 50% cada, ocorrendo maior presença de cátion magnésio (magnésiana, calco-magnésiana) e magnésio-sódica)



QUALIDADE: A qualidade da água superficial foi determinada tomando por base os parâmetros indicativos de rios não contaminados, que são os seguintes (FATMA, 1982):

- pH entre 5,0 e 7,0;
- acidez a baixo de 15 mg/l de Ca CO₃;
- sulfatos abaixo de 6 mg/l
- ferro total menor que 2 mg/l;
- sólidos totais menor que 100 mg/l;
- condutividade elétrica menor que 100 micromhos/cm

De acordo com esses limites, em relação ao pH, 3 amostras apresentam valores inferiores ao mínimo considerado, 2 amostras estão dentro dos limites propostos e 1 amostra ultrapassa o limite superior. A acidez apresenta apenas um valor fora do limite proposto.

Para os sulfatos, 3 amostras estão abaixo do limite previsto e 3 ultrapassam esse limite. O ferro total apresenta 2 amostras com valores inferiores ao limite proposto e 4 estão acima desse limite.

No caso dos sólidos totais (resíduo seco), apenas 1 amostra não ultrapassa o valor limite e, para a condutividade, a situação é idêntica, ou seja, 1 amostra não ultrapassa o limite proposto.

Análise de Água de Superfície e Profundidade na Região de Candiota, RS: Determinação e Concentração de Elementos-traço de Relevância Ambiental, Elementos Menores e Macroelementos (Martins, A. F. e Zanella, R.)
Realização: Universidade Federal de Santa Maria/RS
Período: 1987

COMENTÁRIO: As informações que seguem constam da sinopse deste trabalho publicada nos anais do 1º Congresso Brasileiro de Geoquímica.

O levantamento envolveu a análise de 9 tipos diferentes de amostras de água das circunvizinhanças das minas da CRM e da Usina Termelétrica Presidente Médici. Os resultados obtidos, evidenciam a influência das atividades mineradoras sobre o sistema hídrico da região. Foi constatado, por exemplo, a acidificação de todas as amostras coletadas nos cursos d'água situados nas circunvizinhanças das minas, durante o período de estudo.

Dentre os pontos de amostragem selecionados, somente o localizado no arroio Candiota (situado a jusante do ponto de lançamento dos efluentes líquidos da UTPM), poderia refletir o efeito desta usina sobre a qualidade das águas superficiais da região.



Estudo de Impacto Ambiental – EIA

Candiota III

Módulo 1

Diagnóstico Ambiental/Tomo II/V.: 2

Realização: CIENTEC Subcontratadas:

1) Centro de Ecologia/UFRGS

2) Polutec Engenharia Ltda

Período: Julho, 1989

INTRODUÇÃO: Os recursos hídricos relacionados com o empreendimento Candiota III, que inclui usina, minas e vilas residenciais, são os seguintes: rio Jaguarão, arroio Candiota, arroio Poacá, arroio Quebra-jugo e sanga da Carvoeira Dario Lassance.

A região definida para a implantação da usina de Candiota III, está situada entre os arroios Quebra-jugo e Poacá. Em termos de bacias, as diretamente afetadas pelo empreendimento de que trata o presente estudo, e abrangidas pelo programa limnológico executado, são as do arroio Candiota e Poacá, que fazem parte da bacia de drenagem do rio Jaguarão.

USO: Os principais usos destes cursos d'água na região considerada são o abastecimento industrial e doméstico, bem como a utilização em atividades agropecuárias.

Em termos de bacias, as diretamente afetadas pelo empreendimento de que trata o estudo, e abrangidas pelo programa limnológico executado, são as dos arroios Candiota e Poacá, que fazem parte da bacia de drenagem do rio Jaguarão.

A bacia do arroio Candiota é definida para este estudo como livre de efluentes da mineração: suas águas são utilizadas para o abastecimento das Usinas Termelétricas Presidente Médici – UTPM, e recebem efluentes não só da mesma, mas também de outras indústrias e núcleos habitacionais.

A bacia do Poacá, por sua vez, é caracterizada como sendo coletora de águas que drenam regiões contendo depósitos superficiais de carvão (arroio Quebra-Jugo), de águas que fluem por depósitos de cinzas e por área de mineração abandonada (arroio Poacá) e por regiões atualmente em mineração (Sanga da Carvoeira).

Quanto aos efluentes gerados pelo complexo Candiota III da mina atingirão o arroio Poacá, enquanto os efluentes da usina atingirão diretamente os arroios Quebra-Jugo e Poacá.

**Uso Doméstico:****Núcleos habitacionais – Informações Gerais**

Núcleos Habitacionais	Número de Habitantes	Consumo d'Água	Destino
Vila Operária	2.500	400 l/hab.dia	Sanga Funda, após tratamento em lagoa de estabilização,
Vila Residencial	1.196	595 l/hab.dia	Arroio Candiota, após tratamento em lagoa de estabilização,
Vila Airton Dario Lassance	3.000	220 l/hab.dia	Córrego que daságua no arroio Poacá
Vila Matarazzo	120	125 l/hab.dia	Fossa séptica
Vila Cimbagé	35	250 l/hab.dia	Fossa séptica
Vila Pedreira	200	175 l/hab.dia	Fossa séptica
Vila Votoran	360	278 l/hab.dia	Fossa séptica
Seival	365	247 l/hab.dia	Fossa séptica

O abastecimento d'água para os núcleos habitacionais provém de barragens (4 núcleos), poços artesianos (3 núcleos) e açude (1 núcleo).

Apenas um dos núcleos lança o esgoto doméstico bruto em curso d'água. Dois outros núcleos dispõem de lagoa de estabilização, e os demais, de fossas sépticas.

O único despejo não tratado é lançado em córrego que atinge o arroio Poacá, enquanto que os despejos estabilizados em lagoas deságuam no arroio Candiota e na sanga Funda.

Considerando a taxa média de geração de DBO de 54 g/hab × dia e os consumos d'água específicos registrados nos núcleos habitacionais da região, os esgotos brutos teriam uma DBO compreendida entre cerca de 100 e 250 mg/l, estes valores correspondem aos consumos d'água citados, quais sejam, 220, 400 e 580 l/hab × dia. Cabe mencionar que o órgão de controle ambiental do RS, adota para o referido consumo o valor de 70 a 150 l/hab × dia.

Uso Industrial:

- Usina Termelétrica Presidente Médici (UTPM): os efluentes líquidos gerados na usina não são segregados e todas as correntes geradas no processo industrial e o efluente pluvial constituem um efluente global único. Este dá-se a cerca de 50m dos limites da usina, sendo a descarga efetuada por 2 tubulações. O efluente global origina um córrego que deságuam no arroio Candiota.



- Cimento e Mineração Bagé – Cimbagé: não há geração de efluentes líquidos no processo industrial. Os esgotos domésticos e águas de lavagens e purgas de equipamentos, são encaminhados para fossas sépticas.
- Companhia de Cimento Portland gaúcho – Votorantim: a água industrial utilizada no processo passa por tanques de sedimentação e retorno ao processo.
- Companhia Nacional de Mineração Candiota (Mina de Seival): os efluentes da mina dirigem-se ao arroio Candiota a montante da barragem II. O efluente do lavador deverá ser tratado e após encaminhado ao arroio Candiota.
- Companhia Riograndense de Mineração – Mineração de Carvão: os efluentes líquidos da mineração consistem basicamente da drenagem ácida da mina.
- Companhia Auxiliar de empresas Elétricas Brasileiras (CAEEB) – Entrepasto de Carvão: consistem unicamente das águas de percolação das pilhas de carvão.

QUALIDADE: A partir da análise dos parâmetros realizados, observa-se que o sistema Poacá vem sofrendo grave processo de deterioração da qualidade da água. Os resultados revelam que o arroio Poacá se constitui no carreador da carga poluidora gerada na região, a qual é refletida principalmente pelo pH, condutividade, alcalinidade e teor de sulfatos. Além disto, o arroio Poacá, apresentando concentrações de metais alcalinos e alcalinos-terrosos sensivelmente superiores às do arroio Candiota, influi sobre o balanço iônico e a biota de jusante. Estes efeitos acentuar-se-ão com o aumento da produção de carvão para atender as novas usinas.

Nota-se que no Candiota não há correlação entre pH e condutividade, enquanto que no Poacá há uma correlação com índice negativo e grau de confiança de 99,9%. Como a condutividade está correlacionada com as concentrações de sulfatos, fica reforçada também, indiretamente, a acidificação dos corpos de água pelo sulfato proveniente da mineração.

Para as formas do fósforo, que tem um importante papel no metabolismo biológico, a variabilidade de concentração é muito grande, observa-se que o teor de fósforo total tende a ser maior nos locais mais próximos das minas de carvão.

A qualidade físico-química das águas amostradas na região do empreendimento pode ser avaliada por meio de comparação das mesmas com padrões de qualidade para águas destinadas a distintos fins. Utilizaremos nesta comparação os padrões definidos na Resolução CONAMA nº 20 de 18/06/86, para as classes 2 e 3 de águas doces.

A classe 2 refere-se a águas destinadas a:

- abastecimento doméstico após tratamento convencional;
- proteção das comunidades aquáticas;
- recreação de contato primário (esqui aquático, natação, mergulho);
- irrigação de hortaliças e plantas frutíferas;



- criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.

A classe 3, por sua vez, refere-se as águas destinadas a:

- abastecimento doméstico, após tratamento convencional;
- irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
- dessedentação de animais.

São apresentados no quadro, à seguir, os padrões de qualidade para as classes 2 e 3 correspondentes aos parâmetros analisados para a elaboração do presente estudo, bem como os resultados de abril/88 para os pontos de amostragem CAN 01, CAN 03, CAN 05, QJ 01, CAR 01 e PT 01.

Os pontos CAN 01, CAN 03 e CAN 05, permitem acompanhar a evolução da qualidade do arroio Candiota desde o "branco" (CAN 01) até imediatamente a jusante do deságüe do arroio Poacá (CAN 05).

O ponto QJ 01 foi escolhido por representar o "branco" da bacia do Poacá e os pontos CAR 01 e PT 01, por serem os mais impactados pelas atividades industriais. Vale ressaltar que os resultados de abril/88 se situaram entre os piores registrados ao longo do período de amostragem.

Padrões de qualidade para as classes 2 e 3, e os resultados de abril/88

Parâmetros	Classe 2	Classe 3	CAN 01	CAN 03	CAN 05	QJ 01	CAR 01	PT 01
DBO ₅ O ₂	5	10	4,0	3,5	< 1	< 1	< 1	< 1
OD O ₂	5	4	7,4	7,9	7,2	6,6	8,2	8,2
Alumínio	0,1	0,1	0,48	1,56	1,30	0,52	8,93	5,59
N-NH ₃	0,02	1,0	0,0555	0,0436	0,0936	0,0627	-	0,5159
Arsênio	0,05	0,05	0,0039	0,0022	0,0038	0,0017	0,0389	0,0178
pH	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	6,7	7,6	6,1	4,7	3,6	3,4
Cádmio	0,001	0,01	0,00030	0,00031	0,00019	0,0003	0,00309	0,0011
Chumbo	0,03	0,05	0,0041	0,0056	0,0031	0,0043	0,0067	0,0046
Cloretos	250	250	3,5	2,5	3,0	2,0	5,5	0,5
Cobre	0,02	0,5	0,0059	0,0025	0,0013	0,0037	0,0121	0,0120
Cromo ⁺³	0,5	0,5	-	-	-	-	-	-
Cromo ⁺⁶	0,05	0,5	-	-	-	-	-	-
Ferro	0,3	5,0	1,18	1,70	1,46	1,11	8,93	5,55
Fosfatos	0,025	0,025	0,0596	0,489	0,1071	0,0279	0,0636	0,0517
Manganês	0,1	0,5	0,18	0,20	0,21	0,22	3,59	2,29
Mercúrio	0,0002	0,002	0,0025	0,0012	0,0005	0,0051	0,0125	0,0177
Níquel	0,025	0,025	0,0059	0,0197	0,0123	0,0163	0,1211	0,0742
N-NO ₃	10	10	0,004	0,0066	0,0026	-	-	-
N-NO ₂	1,0	1,0	0,0009	-	-	-	0,0187	0,0082
Sólidos Dis.	500	500	50,9	72,3	116,6	92,4	1043,4	578,0
Sulfatos	250	250	3,2	5,9	25,3	31,3	364,0	220,9
Zinco	0,18	5,0	0,08	0,09	0,08	0,08	0,37	0,23
Cromo Tot.	0,55	0,55	0,0013	0,0025	0,0018	0,0017	0,0057	0,0049

A bacia de candiota como um todo, tem qualidade que satisfaz, salvo poucas exceções (Al, PO₄⁻³, Hg), os padrões de qualidade definidos para a classe 3. Cabe salientar no entanto, que os parâmetros cuja a concentração nos pontos CAN 01, CAN 02 e CAN 03, mais excede os padrões, isto é, Al e PO₄⁻³, não se caracterizam como altamente tóxicos. Quanto ao mercúrio, este excede em 25% o padrão para a classe 3 em CAN 01.



Comparando os resultados da bacia de Candiota com os padrões para a classe 2 e 3, outros parâmetros (N-NH₃, Mn e Fe) excedem àqueles padrões.

Quanto à bacia do Poacá, esta, conforme esperado, afasta-se mais da qualidade definida para as classes 2 e 3 do que a bacia do Candiota. Sua qualidade não atende à classe 3 quanto ao Al, pH, Fe, PO₃⁻⁴, Mn, Hg, Ni, SD e SO₄⁻³, e não atende à classe 2 adicionalmente quanto aos parâmetros N-NH₃, Cd e Zn. Estas observações são particularmente válidas para os pontos CAR 01 e PT 01, para os quais são dignos de nota os baixos pHs registrados, bem como as altas concentrações de Al, Fe, Mn, SD e SO₄⁻². Estes resultados caracterizam claramente a poluição associada à extração de carvão.

Recursos Hídricos e Usos da Água no Complexo Candiota (Veitenheimer, R.; Bernardi, E. A.; Krebs, C. e Pfeifer, A.)

Realização: SUG/CEEE

2º Volume - Síntese

Período: dezembro, 1990

USO: atualmente a água consumida em Candiota é proveniente de 3 Barragens de captação de água, situadas próximas ao sistema Candiota.

No arroio Candiota existe a Barragem 1 de captação, construída em meados da década de 50, que tem uma capacidade de armazenamento de 16.000.000 m³ e está localizada junto à antiga Usina Candiota I. Esta barragem abastece a Usina Presidente Médici e a vila residencial da CEEE.

Na sanga Funda, um afluente do arroio Candiota, próximo a BR-293, está localizada a Barragem Sanga Funda, construída no final da década de 70, com um volume útil de acumulação de 158.000 m³. Esta barragem abastece a vila Operária da CEEE.

Próximo a futura Usina Candiota III, no arroio Quebra-Jugo, com um volume útil de acumulação de 20.000 m³, que servirá para o abastecimento do canteiro de obras da UTPM-III.

Além destas três barragens de captação de água existe uma barragem de regularização de vazão, construída no início da década de 70, situada no arroio Candiota, há aproximadamente 2km a montante da barragem I. Esta barragem tem uma capacidade de armazenamento de 16.000.000 m³ de água, o que propicia uma vazão regularizada no arroio Candiota de 1m³/s.



Subprojeto: Índice de Acidez dos Campos Hídricos na Região de Influência de Candiota

Realização: FEPAM

Período: 1991 e 1992

Os resultados obtidos embora não conclusivos, revelam a influência que o Poacá sofre devido às atividades de mineração. Isto pode ser facilmente verificado, levando-se em consideração apenas o parâmetro pH que apresentou valores compreendidos entre 4,0 e 5,5.

Época	Local	Parâmetros				
		pH	Condutividade	Oxigênio Dissolvido mg/l	Temperatura da água	Temperatura ambiente
Dezembro/91	Jaguarão	6,2	95	6,2	19,4	27,0
	Poacá	4,0	165	9,6	18,5	22,5
	Candiota	5,3	27	5,3	18,2	32,0
Março/92	Jaguarão	7,2	140	9,5	22,0	30,0
	Poacá	4,3	171	9,7	27,0	31,0
	Candiota	7,2	35	9,6	21,0	32,0
	Quebra-Jugo	6,9	37	8,5	23,0	30,0
Abril/92	Jaguarão	7,1	120	8,7	13,1	13,4
	Poacá	4,4	118	10,6	10,8	13,8
	Candiota	6,8	31	9,1	12,3	12,5
	Quebra-Jugo	6,5	27	10,0	11,8	13,2
Maio/92	Jaguarão	6,8	70	9,5	14,0	15,0
	Poacá	4,8	70	11,4	14,0	15,0
	Candiota	7,0	25	10,8	14,0	12,0
	Quebra-Jugo	6,6	28	11,3	14,5	14,0
Junho/92	Jaguarão	7,2	105	11,1	8,4	-
	Poacá	4,7	130	11,7	8,6	-
	Candiota	6,6	25	10,4	8,4	-
	Quebra-Jugo	6,7	30	11,3	9,2	-
Julho/92	Jaguarão	6,0	83	9,3	16,0	16,0
	Poacá	4,8	98	-	10,0	-
	Candiota	5,6	29	-	13,0	-
	Quebra-Jugo	5,8	32	10,1	10,0	-



Agosto/92	Jaguarão	6,9	130	10,0	12,0	16,0
	Poacá	5,5	90	11,5	9,0	12,0
	Candiota	6,6	20	10,5	10,0	9,0
	Quebra-Jugo	6,0	30	10,0	9,0	12,0

Fonte: FEPAM

Sob o ponto de vista ambiental, a mineração atual da Malha IV causa impacto nos recursos hídricos da região de estudo, principalmente no arroio Candiota. Vale salientar, porém, que a FEPAM já licenciou a mineração, que encontra-se em plena expansão, sendo assim, o Diagnóstico Ambiental, segundo termo de referência aprovado pela FEPAM, visa identificar os impactos referentes à implantação e à operação da 1ª Máquina da UTE Candiota III, levando em consideração levantamentos realizados sobre os recursos hídricos da região em 1987, 1988, 1992 e 1996, bem como o efluente global gerado pela UTPM-Fase A (1987-88) e efluente global gerado pela UTPM Fases A + B (1992 e 1996).

Comparando-se a época dos levantamentos relativos ao diagnóstico (Malha II), com o atual (Malha IV), pode-se verificar que o arroio Poacá, que já encontrava-se comprometido com as drenagens das áreas de mineração ativa e desativada na época, não sofrerá, de maneira direta, efeitos da nova área de mineração (Malha IV). Portanto, o arroio Candiota que não estava, significativamente, comprometido passará a receber, diretamente impactos associados à mineração e ao lançamento do efluente global da UTPM (Fases A e B) e UTE Candiota III, os quais sofrerão tratamento prévio.

Em síntese, quanto aos efeitos sobre os recursos hídricos da região, estes acentuar-se-ão com o aumento substancial que deverá ocorrer na produção de carvão para atender a uma nova máquina, em que pese as áreas mineradas exauridas sofrerem processo parcial de recuperação. É importante lembrar que os efluentes gerados na área da mineração (Malha IV), que hoje atingem o arroio Candiota, poderão vir a atingir o arroio Poacá à medida que a lavras se desenvolva nos sentidos norte-sul e leste-oeste

O efluente global da UTPM, por outro lado, está sendo tratado, desde 1992, em sistema composto por bacias de sedimentação e lagoas de polimento. O efluente global gerado pela operação da 1ª Máquina de Candiota III sofrerá tratamento igual e o sistema existente poderá absorver, em termos de vazão, a contribuição oriunda daquela unidade. O tratamento do efluente global da UTPM + Candiota – 1ª Máquina poderá refletir uma redução no comprometimento das águas, sobretudo, do arroio Candiota.

Com os novos sistemas de extração das cinzas pesadas, e adequações dos procedimentos operacionais, em fase de implantação, irá refletir um melhoramento adicional na qualidade do efluente global da UTPME + CANDIOTA III – Unidade 1.



Plano Diretor Regional do Pólo Energético de Candiota - Termo de Referência

Realização: CEEE

Período: 1992

INTRODUÇÃO: O rio Jaguarão e seus afluentes formam a principal bacia hidrográfica da região, fazendo parte da sub-bacia 88 - Lagoa Mirim e canal de São Gonçalo, da bacia 8 - Atlântico Sudeste. O rio Jaguarão toma a direção da Lagoa Mirim e interliga-se pelo canal de São Gonçalo (provido de barragem eclusa para evitar a salinização), à Laguna dos Patos, que deságua no Oceano Atlântico através do canal de Rio Grande.

A área de estudo está inserida totalmente dentro da bacia hidrográfica do rio Jaguarão, sendo que seu limite norte coincide com os limites da própria bacia.

Os principais recursos hídricos da área são: rio Jaguarão, arroios Candiota, Poacá, Seival, Candioteira, Calena, Lageado, Pitangueira, Segurança, Vime e as Sangas Quebra-jugo, do Boeiro e Funda.

USO: os principais usos dos cursos d'água da região são: abastecimento industrial, abastecimento público, irrigação, dessedentação de animais e diluição de despejos. A partir dos estudos, existentes, pode-se identificar estes usos nos seguintes cursos d'água:

- Arroio Candiota: as águas deste arroio são utilizadas para o abastecimento da Termoelétrica Presidente Médici e da Vila Residencial da CEEE. É utilizado também para diluição de despejos, recebendo os efluentes das lagoas de estabilização da Vila Residencial, todos os efluentes da UTPM e as águas de drenagem da mina Seival (CNMC) e da mina da Malha IV (área atual de mineração da CRM).
- Sanga Funda: as águas são utilizadas para o abastecimento da Vila Operária da CEEE, recebendo também os esgotos da Vila após tratamento em lagoa de estabilização.
- Arroio Candioteira: para utilização industrial da fábrica de Cimento Gaúcho, que são captadas neste arroio.
- Arroio Lageado: neste arroio é feita a captação de água para consumo humano da fábrica de Cimento Gaúcho, que também recebe, as águas pluviais desta empresa.
- Arroio Calena: as águas deste arroio são utilizadas para o abastecimento da indústria de Cimento e Mineração Bagé - Cimbagé, para refrigeração e consumo humano.
- Arroio Poacá: para este arroio existe um projeto para construção de uma barragem de regularização e captação de água, originalmente destinada ao beneficiamento de carvão da CRM.



- Sanga Quebra-Jugo: as águas são utilizadas para abastecimento do canteiro de obras da Usina Termoelétrica Candiota III. Este arroio recebe as águas de drenagem da Malha II (antiga mineração da CRM, já desativadas). O arroio Poacá recebe, também, os despejos domésticos da Vila Dario Lassance.

A utilização dos recursos hídricos da região para a agricultura é intensa e disseminada por toda a área de estudo. Os açudes construídos nos pequenos cursos d'água para tal fim não apresentam maior influência na hidrodinâmica regional.

Analisando hoje os dados disponíveis, pode-se concluir que o arroio Candiota e alguns de seus afluentes são os cursos d'água da região de estudo que mais apresentam diversidade de usos e um potencial conflito.

Os usos das águas do rio Jaguarão e do arroio do Vime na área de estudo, são basicamente, para irrigação e dessedentação de animais.

QUALIDADE: as bacias de contribuição das regiões tanto do Pólo Econômico como do Pólo Energético são relativamente pequenas, pois tais áreas se caracterizam pela localização bastante próxima às nascentes dos cursos d'água.

As precipitações pluviométricas (1.4000 mm anuais) na região são menores do que outras bacias do estado.

A descarga unitária e a descarga média são relativamente baixas (11,9 l/s/km² e 57,0 m³ respectivamente, na área do Pólo Energético - no local da barragem do Centurião), assim como as vazões 95% (2,61 m³/s na área do Pólo Econômico, no local da barragem do Paredão).

Aspectos topográficos: as maiores possibilidades de barramento ocorrem à medida em que se desce ao longo do arroio Candiota e do rio Jaguarão, enquanto que os empreendimentos tendem a se manter a montante, principalmente junto as jazidas de carvão.

Além destes, há fatores geológicos, pois a constituição sedimentar do solo dificulta a implantação dos maciços das barragens, podendo chegar a ser até mesmo excludentes em locais importantes, como por exemplo, o da barragem Paredão, no rio Jaguarão, das mais promissoras em termos de volume de reservatório, mas das mais problemáticas em termos de condições geomecânicas para a inserção da barragem.

Infere-se portanto, que os recursos hídricos da região de Candiota, por serem escassos, exigem parcimônia na sua avaliação e alocação e, paralelamente, induzem a busca da otimização das tecnologias relacionadas com a sua utilização.



Plano Diretor Regional do Pólo Energético de Candiota – Diagnóstico e Cenários

Realização: CEEE

Período: 1994

QUALIDADE: no que se refere à qualidade da água requerida para as usinas, esta deverá atender às características básicas constantes da Tabela 1. Estas características são referentes às condições de água na Barragem I, o que se pode considerar como representativa da atual qualidade de água na região. Esta pode ser considerada muito boa para emprego em termelétricidade, o que decorre das condições que hoje se verificam no local: a ausência de indústrias e de núcleos urbanos de maior porte, assim como a não-incidência de problemas oriundos de exploração inadequada da terra (agricultura) ou mesmo de recursos naturais como carvão e calcário, além dos cuidados que vêm sendo tomados no planejamento dos empreendimentos.

Análise físico-química da água coletada na Barragem I

Propriedades	Unidades	Variação dos Resultados das Análises			Análises Típicas	
		Mínimo	Máximo	Comum	Inverno (25/07/66)	Verão (25/04/67)
Características Físicas						
Potencial Hidrog.	pH	5,6	7,4	7,1	6,8	7,1
Cor	mg/l (pt)	2,0	65,0	-	-	3,0
Turbidez	mg/l (SiO ₂)	13,0	41,0	31,0	36,0	13,0
Sólidos Susp.	mg/l	1,2	32,6	11,0	27,0	1,2
Sólidos Dissolv.	mg/l	54,8	84,0	72,0-76	66,4	62,0
Sólidos Totais	mg/l	63,2	93,4	82,0-86	93,4	63,2
Análise Sumária						
Dureza Perman.	F (frânces)	-	2,5	1,3	-	2,5
Dureza Total	F	0,8	2,9	1,7	1,9	2,9
Alcalinidade	mg/l (CO ₂)	12,1	32,8	19,5	20,2	32,7
Análise Química						
CO ₂ agressivo	mg/l (CO ₂)	5,3	12,6	8,8	7,1	5,3
CO ₂ livre	mg/l (CO ₂)	0,7	26,0	4,7-25	1,8	1,7
Cloretos (Cl)	mg/l	2,8	5,6	5,0	5,6	5,6
Carbonatos (CO ₃)	mg/l (CaCO ₃)	nihil	nihil	nihil	nihil	nihil
Bicarbonatos	mg/l (CaCO ₃)	14,3	32,7	20,9	20,2	32,7
Sulfatos (SO ₄)	mg/l	nihil	10,0	1,6-3,1	nihil	5,5
Mat. Orgânica	mg/l (KmnO ₄)	15,3	60,5	21-28,0	15,3	15,6
Oxigênio Dissolv.	mg/l (O ₂)	3,0	18,0	16,0	6,9	7,3
Sílica	mg/l (SiO ₂)	10,0	42,0	17-42,0	16,0	10,0
Cálcio	mg/l (CaO)	4,4	8,9	5,9	-	8,9
Magnésio	mg/l (MgO)	2,4	5,2	3,7	-	5,2
Ferro Total	mg/l (Fe ⁺⁺⁺)	0,4	2,7	1,3	-	0,4
Manganês	mg/l (Mn)	0,1	0,3	0,2	-	0,3
Potássio	mg/l (K ₂ O)	2,0	2,7	2,4	-	2,7
Sódio	mg/l (Na ₂)	3,5	6,3	4,6	-	6,3

**Estudo de Impacto Ambiental – EIA****Candiota III****Diagnóstico Ambiental/Tomo II/V.: 2**

**Realização: CIENTEC Subcontratadas: 1) Biolaw Consultoria e Planejamento
2) Polutec Engenharia Química Ltda**

Período: Setembro, 1996

INTRODUÇÃO: Os recursos hídricos, diretamente relacionados com empreendimento de Candiota III, que inclui usina, minas e vilas residenciais quais sejam: rio Jaguarão, arroio Candiota, arroio Poacá, arroio Quebra-jugo e sanga da Carvoeira.

Em termos de bacias, as diretamente afetadas pelo empreendimento e abrangidas pelo programa limnológico executado são as dos arroios Candiota e Poacá, que fazem parte da bacia de drenagem do rio Jaguarão. As águas do arroio Candiota são utilizadas para o abastecimento da Usina termelétrica Presidente Médici-UTPM (Candiota III) e recebem efluentes não só da mesma, mas também de outras indústrias e núcleos habitacionais. As águas do arroio Candiota também abastecerão Candiota III, uma vez que a adução, a exemplo do que já é realizado com Candiota II, será efetuada a partir da Barragem I.

USO: Os principais usos destes cursos d'água, na região considerada, são abastecimento industrial e doméstico, bem como a utilização em atividades agropecuárias.

Vale mencionar que o EIA/RIMA, realizado entre 1897 e 1989, e baseado no qual este estudo fundamenta-se, levou em consideração núcleos habitacionais que já não existem mais na região do empreendimento. A criação do município de Candiota também alterou a divisão administrativa local. Os assentamentos ou núcleos habitacionais levantados na época foram: Tupi Silveira, Vila Airton-Dario Lassance, Vila Cimbagé, Vila Matarazzo, Vila Operária da CEEE, Vila Pedreira, Vila Residencial da CEEE, Vila residencial da Votoran, Vila Seival.

As vilas Airton-Dario Lassance e Cimbagé, com a emancipação de Candiota, unificaram-se e prevaleceu o nome Dario Lassance como sede do município. As vilas Matarazzo e Pedreira foram extintas e Tupi Silveira é apenas um ponto de referência da região, não havendo, portanto, qualquer tipo de aglomerado urbano e nem dados disponíveis para levantamentos econômico-estatístico.

De outro modo, três novos conglomerados habitacionais surgiram na região. Estes são: núcleo habitacional Rural Engenheiro Guimarães, vila João Emílio e vila São Simão.



Uso Doméstico:

Núcleos habitacionais – Informações Gerais

Núcleos Habitacionais	Número de Habitantes	Consumo d'Água	Destino
Núcleo habitacional Rural Engenheiro Guimarães	109	413 l/hab.dia	Fossa séptica
Vila Dario Lassance	2191	386 l/hab.dia	Córrego que deságua no arroio Poacá
Vila João Emílio	750	100	Fossa séptica
Vila Operária da CEEE	1066	707 l/hab.dia	Sanga Funda, após tratamento em lagoa de estabilização
Vila Residencial da CEEE	652	847 l/hab.dia	Arroio Candiota, após tratamento em lagoa de estabilização
Vila Residencial da Votoran	360	278 l/hab.dia	Fossa séptica
Vila São Simão	215	100 l/hab.dia	Fossa séptica
Vila Seival	854	135 l/hab/dia	Fossa séptica

O abastecimento d'água para os núcleos habitacionais provém de barragens (3 núcleos), poços artesianos (4 núcleos) e açude (1 núcleo). Apenas um dos núcleos lança o esgoto doméstico bruto em curso d'água. Dois outros núcleos dispõem de lagoa de estabilização e os demais de fossas sépticas. O único despejo não tratada é lançado em córrego que atinge o arroio Poacá, enquanto que os despejos estabilizados em lagoa deságuam no arroio Candiota e na sanga Funda.

Com a taxa média de geração de DBO de 54 g/hab x dia e os consumos d'água específicos registrados nos núcleos habitacionais da região, os esgotos brutos teriam uma DBO compreendida entre cerca de 60 e 140 mg/l. estes valores correspondem aos consumos d'água citados, quais sejam: 386, 707 e 847 l/hab x d. Cabe mencionar que o órgão de controle ambiental do RS adota para o referido consumo o valor de 70 a 150 l/hab x d. Sendo a faixa de variação de consumo d'água, observada na região em estudo, alta, adotar-se-á o valor de 200 l/hab x d, o que resulta em uma DBO de 270 mg/l para o esgoto bruto.

Uso Industrial:

- Usina Termelétrica presidente Médici: todas as correntes geradas no processo industrial e o efluente pluvial constituem um efluente global único. O lançamento deste efluente dá-se cerca de 50m do efluente referente á operação da UTPM. A partir de 1992, o efluente, passou a ser tratado em um sistema composto de 04



bacias que operam em série. O efluente global tratado origina, então, um córrego que deságua no arroio Candiota. O sistema visa à redução do teor de sólidos e óleos e graxas da corrente que se encaminha ao corpo receptor. A redução de sólidos suspensos reflete-se também na redução de metais dissolvidos na corrente.

- Cimento e Mineração Cimbagé S. A.: não há geração de efluentes líquidos no processo industrial. Os esgotos domésticos (30 m³/dia), bem como as eventuais águas de lavagens e purgas de equipamentos, são encaminhados para fossas sépticas.
- Companhia de Cimento Portland Gaúcho – Votorantim: a água industrial utilizada no processo passa por tanques de sedimentação e retorno ao processo.
- Companhia de Pesquisas de Lavras Minerais – Copelmi: (Mina de Seival): os efluentes da mina dirigem-se ao arroio Candiota à montante da barragem II. O efluente do lavrador deverá ser tratado e após encaminhamento ao arroio Candiota.
- Companhia Riograndense de Mineração – CRM: consistem, basicamente, de drenagem ácida da mina.

QUALIDADE: A partir dos resultados das análises, realizadas entre agosto de 1987 e abril de 1988, conclui-se que os números apresentados permite obter-se facilmente uma visão global da qualidade das águas de toda a área de estudo para cada época de amostragem. Os números revelam alguns fatores e relações de interesse ecológico da maior relevância, no que diz respeito às alterações nos padrões físicos e químicos das águas da região.

Essas modificações, embora tenham origens pontuais, provocam uma amplitude de oscilações muito grande, embora a variabilidade o sistema como um todo seja menor que a variabilidade de locais determinados. Os dados coletados apontam a área do arroio Poacá como sujeita a maiores perturbações, seja pela vazão diminuta (57,2 l/s como média das descargas médias mensais ao longo do ano), seja por receber as drenagens da área de mineração abandonada.

Os locais escolhidos para serem amostrados revelaram, ao longo do período, algumas alterações marcantes. É possível extrair dos resultados obtidos várias e valiosas informações que servem de elementos de análise para uma avaliação das atividades poluidoras.

Os sólidos dissolvidos tendem a aumentar à medida que diminui a distância da foz (Golterman, 1975), isso induz à suposição de que, no futuro, a qualidade do rio Jaguarão, à jusante da foz do Candiota, será afetada pelo efluente da mineração.

Os resultados revelam que o arroio Poacá se constitui no carreador da carga poluidora gerada na região, a qual é refletida principalmente pelo pH, condutividade e teor de sulfatos. Além disto, o arroio Poacá, apresentando concentrações de metais alcalinos e alcalinos-terrosos sensivelmente superiores às do arroio Candiota, influi sobre o balanço iônico e a biota jusante.



A qualidade físico-química das águas amostradas na região do empreendimento pode ser avaliada por meio de comparação das mesmas com padrões de qualidade para águas destinadas a distintos fins. Utilizaremos nesta comparação os padrões definidos na Resolução CONAMA nº 20 de 18/06/86, para as classes 2 e 3 de águas doces.

A classe 2 refere-se a águas destinadas a:

- abastecimento doméstico após tratamento convencional;
- proteção das comunidades aquáticas;
- recreação de contato primário (esqui aquático, natação, mergulho);
- irrigação de hortaliças e plantas frutíferas;
- criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.

A classe 3, por sua vez, refere-se as águas destinadas a:

- abastecimento doméstico, após tratamento convencional;
- irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
- dessedentação de animais.

São apresentados no quadro, a seguir, os padrões de qualidade para as classes 2 e 3 correspondentes aos parâmetros analisados para a elaboração do presente estudo, bem como os resultados de abril/88 para os pontos de amostragem CAN 01, CAN 03, CAN 05, QJ 01, CAR 01 e PT 01.

Os pontos CAN 01, CAN 03 e CAN 05, permitem acompanhar a evolução da qualidade do arroio Candiota desde o "branco" (CAN 01) até imediatamente a jusante do deságüe do arroio Poacá (CAN 05).

O ponto QJ 01 foi escolhido por representar o "branco" da bacia do Poacá e os pontos CAR 01 e PT 01, por serem os mais impactados pelas atividades industriais. Vale ressaltar que os resultados de abril/88 se situaram entre os piores registrados ao longo do período de amostragem.



Padrões de qualidade para as classes 2 e 3, e os resultados de abril/88

Parâmetros	Classe 2	Classe 3	CAN 01	CAN 03	CAN 05	QJ 01	CAR 01	PT 01
DBO ₅ O ₂	5	10	4,0	3,5	< 1	< 1	< 1	< 1
OD O ₂	5	4	7,4	7,9	7,2	6,6	8,2	8,2
Alumínio	0,1	0,1	0,48	1,56	1,30	0,52	8,93	5,59
N-NH ₃	0,02	1,0	0,0555	0,0436	0,0936	0,0627	-	0,5159
Arsênio	0,05	0,05	0,0039	0,0022	0,0038	0,0017	0,0389	0,0178
pH	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	6,7	7,6	6,1	4,7	3,6	3,4
Cádmio	0,001	0,01	0,00030	0,00031	0,00019	0,0003	0,00309	0,0011
Chumbo	0,03	0,05	0,0041	0,0056	0,0031	0,0043	0,0067	0,0046
Cloretos	250	250	3,5	2,5	3,0	2,0	5,5	0,5
Cobre	0,02	0,5	0,0059	0,0025	0,0013	0,0037	0,0121	0,0120
Cromo ⁺³	0,5	0,5	-	-	-	-	-	-
Cromo ⁺⁶	0,05	0,5	-	-	-	-	-	-
Ferro	0,3	5,0	1,18	1,70	1,46	1,11	8,93	5,55
Fosfatos	0,025	0,025	0,0596	0,489	0,1071	0,0279	0,0636	0,0517
Manganês	0,1	0,5	0,18	0,20	0,21	0,22	3,59	2,29
Mercúrio	0,0002	0,002	0,0025	0,0012	0,0005	0,0051	0,0125	0,0177
Níquel	0,025	0,025	0,0059	0,0197	0,0123	0,0163	0,1211	0,0742
N-NO ₃	10	10	0,004	0,0066	0,0026	-	-	-
N-NO ₂	1,0	1,0	0,0009	-	-	-	0,0187	0,0082
Sólidos Dis.	500	500	50,9	72,3	116,6	92,4	1043,4	578,0
Sulfatos	250	250	3,2	5,9	25,3	31,3	364,0	220,9
Zinco	0,18	5,0	0,08	0,09	0,08	0,08	0,37	0,23
Cromo Tot.	0,55	0,55	0,0013	0,0025	0,0018	0,0017	0,0057	0,0049

A bacia de Candiota como um todo, tem qualidade que satisfaz, salvo poucas exceções (Al, PO₄⁻³, Hg), os padrões de qualidade definidos para a classe 3, Cabe salientar no entanto, que os parâmetros cuja a concentração nos pontos CAN 01, CAN 02 e CAN 03, mais excede os padrões, isto é, Al e PO₄⁻³, não se caracterizam como altamente tóxicos. Quanto ao mercúrio, este excede em 25% o padrão para a classe 3 em CAN 01.

Comparando os resultados da bacia de Candiota com os padrões para a classe 2 e 3, outros parâmetros (N-NH₃, Mn e Fe) excedem àqueles padrões.

Quanto à bacia do Poacá, esta, conforme esperado, afasta-se mais da qualidade definida para as classes 2 e 3 do que a bacia do Candiota. Sua qualidade não atende à classe 3 quanto a Al, pH, Fe, PO₃⁻⁴, Mn, Hg, NI, SD e SO₄⁻³, e não atende à classe 2 adicionalmente quanto aos parâmetros N-NH₃, Cd e Zn. Estas observações são particularmente válidas para os pontos CAR 01 e PT 01, para os quais são dignos de nota os baixos pHs registrados, bem como as altas concentrações de Al, Fe, Mn, SD e SO₄⁻². Estes resultados caracterizam claramente a poluição associada à extração de carvão.



Estudos Ambientais Ltda.

Complementação ao EIA-RIMA da Usina Termelétrica de Candiota III
Realização: MRS Estudos Ambientais Ltda.
Período: Fevereiro 1998

Esta avaliação dos parâmetros químicos e físicos da Bacia do Arroio Candiota afetada pela UTPM, UTE CANDIOTA III e demais estruturas correlacionadas, tem como principal objetivo atualizar os dados obtidos pelo EIA-RIMA durante o ano de 1988, parametrizando-os a fim de implementar-se um programa de monitoramento a partir de então, bem como consubstanciar as fases finais do processo de licenciamento ambiental, segundo diretrizes e complementações específicas solicitadas pelos órgãos licenciadores.



2. PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE

OBJETIVOS

O objetivo deste programa de monitoramento é possibilitar a obtenção de informações sobre a qualidade físico-química e biológica da água da bacia do arroio Candiota, afim de que se possa caracterizar as condições do corpo de água estudado, espacial, temporal e quali-quantitativamente, frente as fontes de poluição e usos envolvidos na área de estudo.

JUSTIFICATIVAS

O complexo de geração termelétrica de Candiota, representa em sua área de abrangência um potencial significativo de interferência no meio ambiente. Quanto a geração de efluentes líquidos, esta ocorre de diferentes formas, tanto indiretamente, pelo complexo de mineração de carvão, como pelos próprios efluentes da usina. Neste sentido, torna-se extremamente importante o estabelecimento de um programa de monitoramento da qualidade da água do manancial hídrico e corpo receptor destes efluentes em nível de bacia hidrográfica.

Dentro do contexto de licenciamento ambiental já foram delineadas linhas estratégicas para implementação deste programa, porém faz-se necessário o aprofundamento da questão em detalhe quando presente o Plano Básico Ambiental.

METODOLOGIA

A definição dos usos propostos para o corpo de água, o conhecimento dos riscos a saúde da população, os danos aos ecossistemas, a toxicidade das substâncias químicas, os processos industriais e dados hidrológicos são alguns dos pontos que definem a metodologia de coleta, pontos de amostragem e seleção de parâmetros para um programa de monitoramento ambiental.

A determinação das estações amostrais baseou-se no número mínimo (12 pontos) pelas considerações indicativas da necessidade de caracterização do tramo "Microbacia Candiota" em seu trecho afetado pela UTE CANDIOTA III.

Os pontos foram selecionados quanto aos níveis de interferência e descargas poluentes a montante e jusante da planta da UTE, quanto a sua posição geográfica dentro dos limites da Microbacia Candiota e quanto a acessibilidade dos locais, afim de viabilizarem-se as campanhas no período requerido, no caso "semestral".

Para tal foram estabelecidos 12 pontos (estações) de monitoramento da água que configuraram um parâmetro inicial de referência (branco), sugerindo-se ainda um



décimo terceiro (13º) a ser implementado no decorrer das campanhas de monitoramento doravante efetivadas.

A distribuição das estações amostrais é apresentada em mapa e a caracterização das estações é apresentada abaixo:

- **P1** - Arroio Candiota na ponte que cruza BR-293, local onde não há cargas poluentes das minas de carvão, UTE, vilas e demais unidades industriais locais;
- **P2** - Arroio Candiota na ponte da estrada de ligação à UTE local onde já existe influência de drenagens da mina Seival e do represamento da barragem II;
- **P3** - Margens da barragem II, representa maior acumulação de água na região;
- **P4** - Barragem I próximo ao vertedor;
- **P5** - Arroio Candiota a montante da Cimbagé, reflete contribuições da mina Seival, das vilas operária e residencial (obs.: ponto jusante do ponto 6);
- **P6** - Arroio Candiota jusante imediata da barragem I próximo UTE desativada e efluente da lagoa de estabilização da vila residencial;
- **P7** - Arroio Candiota montante do deságüe do arroio Candioteinha após UTE, Vilas e Cimbagé;
- **P8** - Arroio Candiota entre A. Candioteinha e A. Pitangueira UTE, Vilas e Cimbagé;
- **P9** - Arroio Candiota jusante do deságüe do Pitangueira;
- **P10** - Arroio Candiota próximo a afluência do Poacá, ponto que caracteriza contribuição global da UTPM, UTE, e demais correlacionados;
- **P11** - Arroio Poacá montante do deságüe no Candiota, com toda contribuição das drenagens oriundas da mineração de carvão;
- **P12** - Arroio Candiota jusante da confluência com o Poacá reflete grande mistura de águas;
- **P13** - Arroio Candiota entre a afluência do Arroio Mau e sua foz no Rio Jaguarão, ponto que refletirá contribuição de toda Microbacia com grande diluição e fontes difusas.

Os pontos foram georreferenciados com a utilização de Sistema de Posicionamento Global – GPS, a exceção do ponto 13 que, face a impossibilidade de acesso durante



o período de execução dos trabalhos, foi identificado cartograficamente em função de duas premissas: proximidade ao rio Jaguarão e "acessibilidade".

Esta localidade (P13) é o ponto mais viável de coleta próximo a foz do Candiota no Jaguarão, porém com acesso limitado a tempo bom, com relativa distância a ser percorrida (70 Km estrada de chão e 1000 metros a pé). As coordenadas geográficas das estações amostrais (mapa nº 2) são as seguintes:

Quadro nº 1 – Coordenadas Geográficas dos Pontos de Amostragem de Água.

PT Amostrai	Coordenadas Geográficas	PT Amostrai	Coordenadas Geográficas
P1	53°41'37"W 31°26'21"S	P7	53°39'46"W 31°35'10"S
P2	53°40'42"W 31°28'35"S	P8	53°41'06"W 31°36'05"S
P3	53°40'31"W 31°32'21"S	P9	53°42'24"W 31°37'42"S
P4	53°40'12"W 31°33'28"S	P10	53°45'32"W 31°38'41"S
P5	53°39'43"W 31°34'11"S	P11	53°45'38"W 31°38'29"S
P6	53°40'05"W 31°33'30"S	P12	53°45'49"W 31°38'41"S
		P13	53°45'48"W 31°44'20"S

Na página seguinte é apresentado o mapeamento das estações amostrais tanto para o monitoramento de água como o do programa de sedimentos.



Quanto aos parâmetros de análise, são apresentados 28 itens para o enquadramento de mananciais nos padrões oficiais de controle de poluição, mais especificamente segundo **RESOLUÇÃO Nº 020 CONAMA**.

Outros parâmetros normalmente empregados são::

1. EPA /USA, 1972, 1976;
2. Galli & Torloni, 1982;
3. Dawson, 1974;
4. CEPIS, OPS, OMS, 1963/64 Mac Gauhey (E.M.W.Q.) 1968;
5. Padua et al, 1983;
6. Bowden, 1976 / Prater & Anderson, 1977; e
7. CONAMA, 1986 / 89 / 91.

As variáveis de monitoramento, os métodos empregados e os limites de detecção são apresentados a seguir:

Quadro nº 2 – Variáveis físico-químicas e Métodos Analíticos para Água.

PARÂMETROS	MÉTODOS ANALÍTICOS	LIMITE DE DETECÇÃO
1. Temperatura H ₂ O	Termômetro de Mercúrio	0,5° C
2. Oxigênio Dissolvido	Oxímetro elet. / Winckler	2 decimais
3. % Saturação O ₂	Normograma de Maitland	1 decimal
4. pH	Sensor eletrolítico	2 decimais
5. DBO ₅	Winckler	
6. Condutividade	Condotométrico	1 decimal
7. Teor de Sulfatos	Turbidímetro	2,0 µhos
8. Nitrato N-NO ₃	Salicilato	0,20mg/l
9. Nitrito N-NO ₂	Sulfamilamina	0,005mg/l
10. N. Amoniacal N-NH ₄	Kjedal	0,05mg/l
11. Nitrogênio total	Kjedal	0,05mg/l
12. Fosfato total PO ₄	Ácido ascórbico	0,02mg/l
13. Sólidos Dissolvidos	Gravimétrico	
14. Dureza	EDTA	0,10
15. Alcalinidade	Potenciométrico	0,20
16. Cálcio	Absorção atômica chama	0,001mg/l
17. Magnésio	Absorção atômica chama	0,001mg/l
18. Sódio	Absorção atômica chama	0,005mg/l
19. Potássio	Absorção atômica chama	0,001mg/l
20. Ferro	Absorção atômica chama	0,005mg/l
21. Alumínio	Abs. Atômica forno grafite	0,001mg/l
22. Manganês	Absorção atômica chama	0,003mg/l
23. Cobre	Absorção atômica chama	0,001mg/l
24. Níquel	Abs. Atômica forno grafite	0,002mg/l
25. Mercúrio	Abs. Atm. Ger. de hidretos	0,0001mg/l
26. Cromo	Abs. Atômica forno grafite	0,001mg/l
27. Chumbo	Abs. Atômica forno grafite	0,0005mg/l
28. Coliformes Totais	Membrana filtrante	NMP/100ml



Estudos Ambientais Ltda.

As medidas de temperatura, OD e pH feitas por medição direta no local de amostragem.

As amostras devem ser coletadas, envasadas e preservadas química e termicamente, sendo imediatamente transportadas para laboratório em no máximo 16 horas, conferindo a preservação das condições originais das amostras.



3. PROGRAMA DE MONITORAMENTO DOS BACIA

OBJETIVOS

O objetivo do programa de monitoramento dos sedimentos da bacia hidrográfica do Arroio Candiota é identificar variações nas cargas de sedimentos transportados pelas redes de drenagem da bacia, identificando os possíveis fatores, naturais ou antrópicos, que influenciam e modificam a dinâmica do fluxo dos sedimentos.

JUSTIFICATIVAS

Conceitos

Sedimentos são materiais fragmentários oriundos da desintegração física e química de rochas, processo conhecido como erosão. O mecanismo da erosão envolve a realização de trabalho devido à ação de uma força (água ou vento) atuando sobre uma resistência (rocha ou solo) para produzir movimento em um corpo (partículas de rochas ou solo) realizando trabalho com aplicação de uma determinada quantidade de energia resultante do movimento da água, do ar (vento) ou de sólidos, por energia termal ou por gravidade. Esta energia manifesta-se em duas formas: energia cinética e energia potencial.

A energia cinética é a energia devido ao movimento. Ela é proporcional à massa e ao quadrado da velocidade do movimento. Qualquer movimento de massa possui energia cinética. A massa pode consistir de água, ar (vento) ou solo. A energia potencial é a energia devido a posição de um corpo em relação a outro corpo ou a um referencial. A energia potencial de uma massa é proporcional a sua altura acima do nível do mar, para o qual ela descende.

No caso da erosão, a quantidade de energia potencial depende da diferença de elevação entre a posição original da massa e o final do declive. A erosão superficial das terras agrícolas é causada pela energia cinética da água em movimento, enquanto que os movimentos de massa devem-se à energia potencial resultante da posição do solo acima de um ponto para o qual ele pode deslizar ou cair. Tanto a energia cinética e a energia potencial contribuem para a erosão em ravinas ou voçorocas.

Pode-se definir a erosão do solo como um processo de desagregação, transporte e deposição das partículas de solo pelos agentes erosivos (água e vento), fortemente influenciado pelas atividades antrópicas.

Fases da erosão



A erosão pode ser subdividida em três fases principais, as quais podem ocorrer simultaneamente, sendo elas: Desagregação, Transporte e Deposição. A etapa da desagregação consiste no desprendimento ou ruptura dos grânulos de rocha ou dos agregados do solo. É a primeira e a mais importante fase do processo erosivo pois, se não houver a desagregação inicial das partículas de solo ou rocha, não haverá transporte nem deposição.

O transporte é a fase em que partículas de solo ou rocha desagregadas pelos agentes erosivos são transportados sobre a superfície do solo para outro lugar que não o local original. A deposição é a terceira e última fase processo erosivo e consiste na parada do material desagregado e transportado. Diferentes materiais (solos ou rochas) comportam-se de maneira completamente diferente em cada uma dessas fases. Partículas de areia são mais facilmente desagregadas do que as da fração argila, porém estas últimas são mais facilmente transportadas.

Na erosão hídrica, os principais agentes erosivos são o impacto das gotas da chuva e o escoamento superficial da água (enxurrada) sobre a superfície do solo. O processo de erosão hídrica do solo pela chuva pode ser resumida da seguinte forma: ao iniciar a precipitação a vegetação intercepta parte da água antes de atingir diretamente a superfície do solo. Parte da chuva, se a área não estiver totalmente coberta pela vegetação, ou toda a chuva, no caso de uma área totalmente desprovida de vegetação, irá atingir diretamente a superfície do solo. O impacto das gotas de chuva sobre o solo descoberto dá o início ao processo de desagregação do solo em função da energia cinética adquirida pela água na descida pela atmosfera. Parte da água irá infiltrar no solo, enquanto o restante preenche pequenas depressões ou áreas de microrelevo existentes na superfície rugosa do terreno.

Uma vez as demandas combinadas para satisfazer a interceptação, preencher depressões de armazenamento superficial e a demanda para a infiltração, a água começa a acumular em uma condição de detenção superficial para começar a escorrer sobre a superfície do solo, formando a enxurrada. Neste momento ocorre o transporte das partículas de solo desagregadas pelo impacto da chuva ou da própria enxurrada. Quando a capacidade de transporte da enxurrada for maior que a carga de sedimentos que ela contém, ocorre o transporte. Caso contrário ocorre a deposição.

A erosão hídrica é condicionada pelos seguintes fatores: chuva, solo, topografia, vegetação (cobertura do solo) e práticas culturais (uso do solo). A cobertura e o uso do solo podem ser considerados os fatores de maior variabilidade, seja temporal (ao longo do ano, condicionado pelas estações climáticas), seja espacial em função do fator antrópico.

Os sedimentos transportados pela enxurrada são depositados no final dos declives, nos cursos d'água e reservatórios ou sobre as planícies aluviais, bem como podem ser levados pelos rios até os oceanos. A importância relativa das diferentes fases da erosão depende dos processos atuantes em cada uma das fases, assim como das variáveis que controlam estes processos. Um melhor entendimento do processo é



obtido quando separa-se a erosão em duas formas principais: erosão entressulcos e erosão nos sulcos.

Capacidade de desagregação e transporte do fluxo de água

O escoamento superficial da água como um fluxo laminar ocorre apenas em curtas distâncias antes que ele comece a concentrar-se, sendo denominado fluxo entressulcos ou fluxo laminar. A concentração do fluxo tende a ocorrer devido a microtopografia natural do terreno, marcas na superfície devido ao preparo agrícola do solo ou erosões anteriores. Esta concentração do escoamento superficial é denominada fluxo em sulcos ou fluxo concentrado.

A capacidade de desagregação do fluxo laminar é baixa, porém sua capacidade de transporte é alta. Sendo assim, na erosão entressulcos o agente desagregador é o impacto da gota e o agente de transporte, o fluxo laminar. Já na erosão em sulcos o escoamento superficial (enxurrada) passa a ser o fator preponderante nas duas fases (desagregação e transporte) devido à capacidade de desagregação do fluxo concentrado (e turbulento) embora diminua sua capacidade de transporte em relação ao fluxo laminar. A maior parte do transporte é realizada pelo fluxo em sulcos.

A erosão entressulcos é independente da erosão nos sulcos, mas a erosão em sulcos depende da quantidade de sedimento fornecida pela erosão entressulcos. Se a quantidade de sedimento fornecida pela erosão entressulcos é maior do que a capacidade de transporte do fluxo em sulcos, ocorre a deposição do sedimento. Se a carga de sedimento proveniente das áreas entressulcos for menor do que a capacidade de transporte do fluxo em sulcos, e se as forças erosivas do fluxo concentrado excedem a resistência do solo nos sulcos à desagregação pelo fluxo concentrado ocorre a erosão em sulcos (com a desagregação e o transporte de solo pelo fluxo em sulcos).

Embora exista excesso de capacidade de transporte sobre áreas entressulcos, esta capacidade de transporte não é somada à capacidade de transporte do fluxo de água nos sulcos. O excesso de capacidade de transporte nos sulcos não está disponível para transportar o solo desagregado pelo impacto das gotas da chuva sobre as áreas entressulcos.

Impacto ambiental da erosão

A erosão é um dos fatores de formação da paisagem (relevo, solos, etc.), sendo assim, não podemos afirmar que todo o processo erosivo é prejudicial. O que irá definir esta situação é a taxa de perda de sedimentos. A erosão geológica (que forma as paisagens) tem uma taxa de perda muito baixa na maioria dos terrenos que possuem uma cobertura vegetal densa e/ou estável.

O fator antrópico, com a introdução de práticas agrícolas, principalmente a agricultura comercial baseada em moto-mecanização e insumos, introduz fatores que intensificam a erosão, com perdas consideráveis da camada superficial do solo.



Além disso, outros fatores como urbanização, mineração, entre outros, influenciam a taxa de perda de solo.

Estas perdas incluem, além dos sedimentos provenientes de solos e rochas, os próprios insumos agrícolas utilizados nas lavouras (sementes, fertilizantes e defensivos agrícolas). Estes são carregados junto com os sedimentos pela enxurrada erosiva, alcançando os cursos de água e reservatórios, causando o assoreamento destes, além da poluição química e biológica dos recursos hídricos superficiais e sub-superficiais.

Os sedimentos em suspensão, principalmente a argila, permanecem bastante tempo suspensos, diminuindo a transparência da água, evitando a entrada de luz solar para realização da fotossíntese. Os fertilizantes, por sua vez, podem eutrofizar as águas gerando desequilíbrios físico-químicos. Os defensivos agrícolas além de afetarem diretamente flora e fauna por sua toxicidade, podem aumentar a DBO em função de serem, em sua maioria, compostos orgânicos passíveis de decomposição.

METODOLOGIA

O objetivo da amostragem de sedimentos é medir os sedimentos em suspensão e o material do leito no que diz respeito a sua concentração e granulometria. Uma estação sedimentométrica deve ser operada junto ou perto de uma estação fluviométrica, de preferência com linígrafos. Deve-se procurar uma maior regularidade no leito, principalmente nas cotas de estiagem, para o emprego dos amostradores de fundo. A escolha do local para a instalação de uma estação deve ser confirmada somente após uma série de campanhas de amostragens e medições.

A escolha do local apropriado deve considerar o objetivo da amostragem. Quando o objetivo é estudar o impacto de certas ações antrópicas deve-se considerar pontos influenciados pelo uso agrícola, barragens, minerações, lavagens de carvão, depósitos de resíduos sólidos, lançamentos de águas residuais de indústrias, entre outros. Nestas condições, a normalidade da concentração e outras características do sedimento ficam afetadas de maneira diversa àquela ocasionada pelos fatores naturais.

Toda campanha de amostragem de sedimentos deve ser acompanhada pela medição da vazão do curso d'água, sendo ideal a instalação de réguas para medição de nível da água para obtenção de curvas-chave para diversos pontos de controle (sub-bacias) de uma determinada bacia hidrográfica que se queira monitorar, com posterior modelagem da correlação vazão-carga de sedimentos.

Técnicas e Equipamentos de Amostragem

A amostragem ou coleta de sedimentos pode ser feita através de medição direta e indireta. A amostragem pode ser feita pelo método pontual ou por integração na vertical. O pontual é usado em medições diretas e indiretas, enquanto que a



integração vertical é utilizado somente em medições indiretas. A amostragem pontual pode ser instantânea quando a admissão da amostra no recipiente é feita instantaneamente, em poucos segundos, ou por integração, quando a admissão é feita lentamente. A amostragem pontual é usada para definir a distribuição vertical da concentração de sedimentos e a granulometria na posição de coleta. Os amostradores não devem alcançar o leito para não apanharem sedimento de arrasto.

Em cursos d'água com uma seção transversal de amostragem estável e distribuição uniforme de sedimentos em suspensão é suficiente a amostragem em uma única vertical. O melhor local para uma vertical fixa pode ser determinado por tentativas, sendo a posição que oferece o melhor coeficiente entre a concentração medida na vertical fixa e a concentração medida na seção. Esse coeficiente deverá ter um valor próximo ou igual a unidade. A temperatura da água no momento da coleta necessita ser determinada em virtude de sua grande influência na suspensão e deposição dos sedimentos.

As coletas de material de fundo devem ser feitas em no mínimo 10 verticais uniformemente espaçadas. Quando a maior parte da descarga estiver de um lado da seção transversal será necessário diminuir o espaçamento do lado mais afetado. É necessário medir a profundidade da vertical.

Qualquer amostra coletada deve ser inspecionada visualmente, na ocasião da coleta, observando-se a quantidade de partículas presentes. Se houver uma grande diferença de quantidade entre garrafas, deverá ser coletada outra amostra da mesma vertical, para confirmar ou não esta diferença, evitando dados falsos. São utilizados formulários das Normas e Recomendações Hidrólogas do DNAEE para expressão dos resultados.

Sedimento em Suspensão

Os instrumentos para coleta de sedimentos em suspensão devem ser capazes de conseguir amostrar em toda a largura do rio, desde a superfície até o leito, sem levantar partículas em repouso. Devem possuir bocal que permita que a velocidade de entrada da amostra seja igual ao do curso d'água sem oferecer quaisquer obstáculos à penetração da mistura água-sedimento. Deve ser portátil e de fácil operação, permitindo a retirada de uma amostra que deve ser guardada em recipientes adequados.

Amostragem pontual em suspensão

Os equipamentos de amostragem instantânea não são atualmente de uso generalizado, preferindo-se amostradores pontuais por integração. Estes fornecem uma amostra mais representativa, obtida com maior tempo de admissão da mistura, levando em conta a velocidade da corrente.



Usam bicos ou bocais, sendo do tipo de garrafa ou de bombeamento. Os mais comuns são o US-P-46, US-P-61, US-P-63, US-U-59, amostrador Neyrpick e a maioria dos amostradores por bombeamento. O US-P-46 é fabricado no Brasil, sendo conhecido pela sigla AMS-1 (Amostrador de material em suspensão - modelo 1).

Procura-se fazer montagem dos amostradores pontuais com os molinetes, de maneira a se obter quase ao mesmo tempo a amostragem do material e a velocidade no ponto. As amostragens no campo são feitas em posições da seção transversal, de modo a poder representar todo o sedimento contido no fluxo d'água passando na seção.

Os amostradores por bombeamento embarcados são mais versáteis, utilizam bicos que podem ser colocados contra a corrente, coletando a amostra adequadamente. O barco se movimenta para as verticais escolhidas, sendo possível apanhar uma amostra adequada com o volume que convier. O uso de peneiras no barco, por onde passa um grande volume de água de valor conhecido, permite a determinação da granulometria de areias em suspensão.

Amostragem por integração na vertical

Considerado o método de melhor precisão, permite a obtenção da concentração média na vertical, se analisada a amostra independentemente, ou a concentração média em toda a seção, se analisada como um conjunto. Os equipamentos de amostragem por integração na vertical são do tipo de garrafa, de saca compressível e de bombeamento. Os amostradores pontuais com controle remoto podem ser usados como integradores na vertical, inclusive alguns tipos de amostradores de bombeamento quando são portáteis.

Alguns modelos utilizados são: US-DH-48, US-DH-59, US-D-43, US-D-49, US-P-46, US-P-61, US-P-63, US-D-77, amostrador de saca compressível, amostrador Neyrpick e outros amostradores portáteis de bombeamento.

A amostragem com uma única vertical é usada em estações de coleta diária, onde o observador é instruído a operar um equipamento padrão numa vertical criteriosamente escolhida na seção transversal. Essa vertical deve ser previamente escolhida de tal forma a não ter turbulências, estar sempre num ponto com escoamento e de fácil acessibilidade. Os dados de concentração devem servir para elaboração de um gráfico de correlação entre a concentração média e a concentração da vertical, a fim de permitir a correção dos valores diários da coleta pelo observador. As normas do DNAEE sugerem que o observador colete duas amostras por vertical.

As amostragens por igual incremento de largura e por igual incremento de descarga são os métodos mais usados e mais recomendados. Os valores da concentração e de distribuição granulométrica são mais confiáveis. Ambos os métodos precisam do conhecimento prévio das velocidades na vertical, sendo que o segundo precisa também de conhecimento da distribuição do escoamento na seção.



Amostragem por igual incremento de largura

Este método está associado ao método antes denominado como de igual velocidade de trânsito em todas as verticais. A seção transversal é dividida numa série de segmentos de igual largura, para obtenção de uma série de sub-amostras, sendo a velocidade de trânsito em cada vertical a mesma usada nas outras verticais, essas sub-amostras terão volumes diferentes.

Esse procedimento fornece uma amostra na seção com um volume proporcional à vazão na zona amostrada. As diversas subamostras podem ser reunidas numa só, composta em laboratório, para uma só análise de concentração e de granulometria. Deve-se ter cuidado na ocasião da amostragem, a fim de evitar zonas de baixíssima ou nenhuma velocidade.

Amostragem por igual incremento de descarga

O método de amostragem por igual incremento de descarga exige o conhecimento prévio da distribuição da velocidade na vertical e da vazão na seção transversal. Essa é dividida em uma série de subseções nas quais há a mesma porção de vazão. Em cada segmento é efetuada a amostragem por integração na vertical em posição tal que também divide a descarga parcial em partes iguais. Em cada seção é determinada uma velocidade de trânsito, permitindo um volume de amostra vertical igual aos volumes individuais de cada uma das outras verticais.

Material de Fundo

Amostragem de material fino

A carga do leito é composta principalmente de sedimento mais grosso do que aquele que está em suspensão, sendo mais difícil medir a carga de fundo do que a carga em suspensão, sendo mais utilizado o método indireto, por cálculo, usando fórmulas a partir de dados de vazão, parâmetros hidráulicos e análise do material coletado no leito. Normalmente amostra-se uma camada de 2 a 5cm do material passível de ser transportado.

Os amostradores indicados para coleta de material do leito mais fino que 8mm (argila, silte e areia) são os de penetração vertical, tipo de tubo vertical, BMH-53, e tipo caçamba de escavação, BMH-60 ou BM-54. No Brasil, o único amostrador mais simples e apropriado a essas coletas é o AMF-1 (amostrador de material de fundo – modelo 1), que corresponde ao BM-54.

Os amostradores de tubo vertical, BM-53 e outros se constituem em tubos instalados verticalmente no leito do rio (utilizados em baixas profundidades). A penetração em material fino é fácil, enquanto que em areias é limitada. Durante a coleta, a amostra fica retida dentro do cilindro por um vácuo parcial, formado acima da amostra, e por uma peça na parte inferior.



Os amostradores, ou coletores, classificados como de penetração horizontal não são recomendados para amostragem de material do leito de águas em escoamento como a de rios.

Os amostradores de caçamba de escavação, BMH-60 e BM-54, tem um recipiente que é previamente armado na ocasião da amostragem, disparando quando toca o leito. A peça cilíndrica aberta gira 180° e guarda o sedimento na parte interna do amostrador, que, ao ser levantado, não permite a perda de sedimento.

O equipamento mais leve, BMH-60, é para uso em rios rasos, enquanto o BM-54 é usado em amostragens de rios profundos. Uma caçamba de dragagem adequada deve ser comprida, de tal forma que o sedimento fique contido na parte inferior e que no içamento não sejam perdidos sedimentos finos.

Amostragem de material grosso do leito

Materiais de fundo com granulometria maior que 8mm (seixos rolados, pedregulhos e pedras) apresentam extrema dificuldade para a amostragem devido à dificuldade de penetração do amostrador no sedimento e a necessidade de coletá-los em grande quantidade para uma amostragem adequada.

Portanto, necessitam de equipamento ou método apropriado. A amostragem, na maioria das vezes, é feita manualmente, sendo realizadas somente em rios rasos, quando estes permitem passagem a vão.

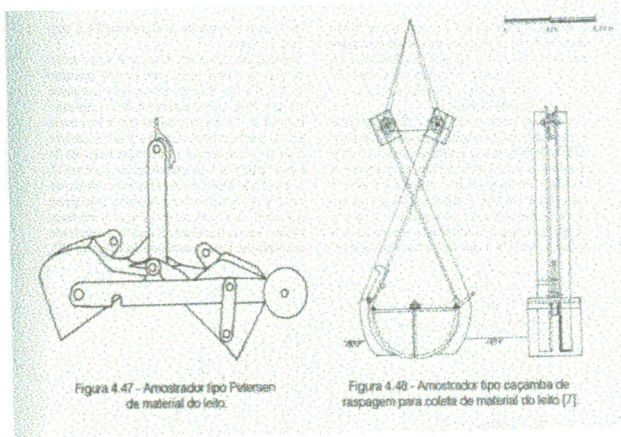


Figura 4.47 - Amostrador tipo Pelersen de material do leito.

Figura 4.48 - Amostrador tipo caçamba de raspagem para coleta de material do leito [7].

Frequência de amo Exemplos de amostradores de sedimento de fundo

Amostragens de material em suspensão devem ser feitas com maior frequência que para sedimento do leito. Devido à variação dos valores da descarga sólida em relação à descarga líquida e ao nível d'água, há necessidade de maior número de medições, para que seja estimada a média representativa do transporte sólido, bem como de outros parâmetros relacionados. O correto é realizar o maior número possível de amostragens, seguindo a variação do nível d'água.

Considerando que as chuvas provocam muita erosão e, em conseqüência, muito transporte de sedimento, um maior número de medições deve ser feito na estação



chuvosa. No período de estiagem, quando o rio movimentava sedimento da própria calha, geralmente em pequena quantidade e com certa regularidade, as medições ou amostragens podem ser feitas mais espaçadamente.

Equipamentos eletrônicos permitem amostragens mais freqüentes, até mesmo horárias, ou registros de medições contínuas do sedimento em suspensão. As amostragens automáticas podem ser efetuadas com equipamentos de bombeamento, enquanto que as medições contínuas podem ser feitas com equipamentos que medem a turbidez. Esses tipos de equipamentos de bombeamento e registro de turbidez são vantajosos para cursos d'água de pequeno e médio porte, onde a variação de vazão e descarga sólida ocorre em tempo curto, exigindo grande número de medições.

Técnicas de laboratório

A principal função do laboratório de sedimentos ou de erosão é a determinação da concentração e da granulometria dos sedimentos contidos nas amostras de material em suspensão e do leito. Outras análises, usualmente associadas com essas funções, incluem a obtenção da concentração de sólidos dissolvidos, peso do sedimento, matéria orgânica, peso específico, real e aparente, forma das partículas e análise mineralógica. No caso dos sedimentos de fundo do leito, determina-se somente granulometria.

Em amostras indeformadas também se determina o peso específico aparente. A datação das amostras, por processos especiais, é útil para se conhecer a idade dos depósitos. Em medições diretas de descarga de fundo com amostradores portáteis, as amostras são analisadas para determinação do peso seco. As diversas análises podem estar associadas a outras de qualidade d'água, como: potencial hidrogeniônico (pH), turbidez, dureza, acidez, alcalinidade, análises química e bacteriológica, o que torna possível o uso do mesmo pessoal e de diversos equipamentos para diversos tipos de análises.

O laboratorista deve receber as amostras diretamente do hidrometrista responsável pelas medições, conferindo todo o material a partir de listas apropriadas preenchidas no campo. Deve verificar no momento, se todas as garrafas, recipientes, amostras em geral estão adequadamente etiquetadas e bem acondicionadas, sem problemas de derramamento de água ou de alguma saca danificada. As garrafas com sedimento em suspensão devem ser logo pesadas e anotados os valores em formulários específicos.

As análises deverão ser feitas no menor tempo possível, para evitar mudanças de características das amostras, como também para liberar as garrafas para as próximas medições. Essas mudanças podem ser ocasionadas por matéria orgânica, poluentes, nutrientes ou mesmo íons. Com o tempo pode haver formação de algas ou mesmo as partículas finas se juntarem por coesão.



A precisão dos resultados está diretamente relacionada aos cálculos de descarga sólida. As amostras coletadas devem chegar ao laboratório em quantidades suficientes para permitir análise adequada a uma correta determinação da grandeza. Amostras em suspensão com uma quantidade muito pequena de sedimento tendem a aumentar os erros causados na pesagem ou na transferência de um recipiente para outro. Por outro lado, quantidades exageradas de amostras podem causar problemas de separação, secagem e pesagem.

A determinação da granulometria do sedimento em suspensão e a do leito são feitas por métodos distintos, principalmente devido a quantidade de sedimento disponível em cada um dos tipos de amostra e à granulometria do sedimento. O sedimento contido numa amostra em suspensão é de pequena quantidade e de granulometria fina, como argila e silte, enquanto que a quantidade em amostras do leito é maior e de granulometria mais grosseira, com algum silte e mais areia. Por outro lado, o sedimento na amostra em suspensão vem com uma grande quantidade de água, enquanto que as amostras de fundo são secas ou somente úmidas.

Análises de amostras em suspensão:

- Concentração (ppm, mg/litro, g/m, g/litro ou %)
- Sólidos dissolvidos (ppm ou mg/l);
- Granulometria (%);
- Temperatura (C).

Análises de amostras do leito:

- Granulometria (%);
- Peso específico aparente (γ/cm , t/m);
- Peso específico real (g/cm , t/m);
- Peso seco do sedimento (g ou kg).

As análises mais usuais são as de concentração de sedimentos e de granulometria, sendo os métodos mais utilizados indicados a seguir:

- Amostras de sedimentos em suspensão

- Análise de concentração total
 - Método de filtração
 - Método de evaporação
 - Método do tubo de retirada pelo fundo
- Análise granulométrica
 - Tubo de retirada pelo fundo
 - Pipetagem
 - Densímetro

- Amostras de material do fundo

- Análise granulométrica
 - Peneiramento
 - Densímetro Pipetagem
 - Tubo de acumulação visual



- Tubo de retirada pelo fundo

Uma determinada amostra, para sua completa definição, pode necessitar ser analisada associadamente por dois métodos diferentes, principalmente sedimento do leito que, às vezes, tem o sedimento mais grosseiro determinado por peneiramento e o sedimento mais fino por densímetro, pipetagem ou por outro método. Isso depende da quantidade de sedimento disponível ou, às vezes, do próprio laboratorista ao escolher o método a usar, desde que esteja nos limites de tolerância.

Análise do material em suspensão e do leito

Os métodos para sedimento em suspensão são escolhidos de acordo com as análises a serem efetuadas. Caso seja somente análise de concentração, optar-se-á pelo método de evaporação ou o de filtragem. Se for necessário também efetuar análise granulométrica, usar-se-á o método do tubo de retirada pelo fundo, cujo resultado final fornece a concentração.

A escolha do método é tanto em função da análise a ser feita, da quantidade de sedimento presente na amostra, quanto da qualidade do sedimento. Assim, prefere-se usar o método de filtragem em amostras de baixas concentrações. O método de evaporação é preferido em altas concentrações ou quando o teor de argila na amostra for grande, pois nesse caso haveria dificuldade na filtragem.

A análise granulométrica pelo tubo de retirada pelo fundo é usada em amostras de menor concentração, entre 300 a 10.000ppm, enquanto o método de pipetagem ou do densímetro, em amostras com maior concentração.

As análises granulométricas do material do leito são feitas por peneiramento, principalmente. Quando há sobra de sedimento passando na peneira mais fina, que retém o sedimento de 0,0625mm, esse resíduo é analisado por outro método. Escolhe-se o densímetro, a pipetagem ou o tubo de retirada pelo fundo, dependendo da quantidade de sedimento. Usa-se também para análise de sedimento de fundo o tubo de acumulação visual, em caso de quantidades pequenas e predominantemente de areia.

Desta forma cabe ao laboratorista verificar sempre os limites de aceitação da análise, tendo, porém, uma certa liberdade de escolha. O volume de Sedimentometria das Normas do DNAEE apresenta as descrições dos diversos métodos de análise de maneira clara e adequada, sendo os formulários e gráficos simples.

Para a classificação granulométrica do material amostrado, são válidas as tabelas organizadas, por diferentes entidades, desde que devidamente especificadas. Pelo seu cunho internacional, recomenda-se a tabela da American Geophysical Union. Em qualquer dos processos descritos, que objetivam a determinação dos valores granulométricos da amostra, seus resultados poderão ser levados, para o traçado da curva granulométrica, no modelo DNAEE-S7, cuja escala horizontal é logarítmica.



Diâmetro em mm	Denominações
64 – 32	Cascalho muito grosso
32 – 16	Cascalho grosso
16 – 8	Cascalho médio
8 – 4	Cascalho fino
4 – 2	Cascalho muito fino
2,00 – 1,00	Areia muito grossa
1,00 – 0,50	Areia grossa
0,50 – 0,25	Areia média
0,25 – 0,125	Areia fina
0,125 – 0,0625	Areia muito fina
0,0625 – 0,031	Silte grosso
0,031 – 0,016	Silte médio
0,016 – 0,008	Silte fino
0,008 – 0,004	Silte muito fino
0,004 – 0,0020	Argila grossa
0,0020 – 0,0010	Argila média
0,0010 – 0,0005	Argila fina
0,0005 – 0,00024	Argila muito fina

Classificação granulométrica da American Geophysical Union

PLANEJAMENTO DA AMOSTRAGEM

Periodicidade

A medida da descarga de sedimentos deve ser efetuada no mínimo com periodicidade bimestral. Recomenda-se, também, que as coletas sejam alternadas entre meses pares e ímpares a cada ano. Com isto, tem-se 6 coletas fixas anuais. Além disso, recomenda-se efetuar mais uma ou duas coletas anuais quando da ocorrência de fatores naturais como o fenômeno “El Niño” que ocasiona um aumento do volume de precipitação e, por consequência, da erosão e da carga de sedimentos.

Prováveis locais de coleta

A sugestão de escolha dos pontos de coleta Foi realizada em função da área de influência das diversas plantas industriais, áreas de mineração e núcleos urbanos (que interferem na carga de sedimentos), e principalmente devido ao aporte de cargas diferenciado nas microbacias que formam a bacia do Arroio Candiota, bem como a facilidade de acesso dos mesmos.

PS 1: ponto de coleta no Arroio Candiota, no cruzamento do mesmo com a BR 293, onde não há influência de áreas urbanas e de mineração, constituindo a porção norte extrema da bacia.



PS 2: ponto de coleta no Arroio Candiota, logo após a barragem e antes do município de Candiota, tendo como afluentes o Arroio Seival e a Sanga Funda, constituindo a porção norte da bacia (microbacia N).

PS 3: ponto de coleta no Arroio Candioteinha, próximo a Vila Pereira, com afluição da Sanga J. Antônio e do Arroio Lajeado, constituindo a porção nordeste da bacia (microbacia NE)

PS 4: ponto de coleta no Arroio Poacá, antes da foz do mesmo no Arroio Candiota, constituindo a porção noroeste da bacia (microbacia NW).

PS 5: ponto de coleta no Arroio Candiota, abrangendo as microbacias anteriores e mais a contribuição do Arroio Taquara.

PS 6: ponto de coleta no Arroio Candiota, próximo a foz do mesmo com o Rio Jaguarão, abrangendo toda a bacia hidrográfica.

Pontos	X UTM	Y UTM
PS 1	244017	6518733
PS 2	246094	6507689
PS 3	250700	6500600
PS 4	238212	6496175
PS 5	237050	6490000
PS 6	229600	6474500



Estudos Ambientais Ltda.

BIBLIOGRAFIA

- DNAEE, 1967. Normas e recomendações hidrológicas, Sedimentometria. Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE).
- DNAEE, 1977. Manual para serviços de hidrometria. Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica
- CPRM, 1990. Hidrossedimentologia Prática. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais.
- Tucci, C.E.M., 1993, Hidrologia – Ciência e Aplicação. Editora da Universidade - UFRGS



4. PROGRAMA DE MONITORAMENTO POR BIOINDICADORES

OBJETIVOS

- Utilizar organismos vivos como bioindicadores da qualidade do ambiente, permitindo assim, avaliar mudanças qualitativas ocorridas na região de Candiota;
- Avaliar os indicadores adequados para ambientes aquáticos e terrestres, através de técnicas de bioensaios com representantes das comunidades planctônicas, ictiofauna, malacofauna, carcinofauna, herpetofauna, entre outros;
- Desenvolver um programa de biomonitoramento ativo sobre a fisiologia das plantas da região, que atuam como bons indicadores de poluição atmosférica;
- Avaliar a contaminação atmosférica decorrente do uso do carvão, utilizando indicadores biológicos.

JUSTIFICATIVA

A utilização de organismos vivos como indicadores da qualidade do ambiente tem permitido avaliar mudanças qualitativas ocorridas em muitas regiões. Através de estudos de laboratório (bioensaios), realizados sob condições padronizadas, pode-se determinar o impacto daqueles fatores que se deseja destacar.

Até o momento a grande maioria dos experimentos, principalmente em ambientes aquáticos, tem utilizado peixes. Porém, é importante relatar que através de estudos realizados descobriu-se outros organismos que também podem ser utilizados como bioindicadores de poluição.



Como exemplo do comentado anteriormente, destaca-se a fauna bentônica que possui um grande potencial como indicadora da qualidade ambiental, uma vez que são organismos fixos ao substrato e, dessa forma, ficam permanentemente expostos aos eventuais agentes causadores de alterações na comunidade biótica.

Através do levantamento de espécies de fauna e flora realizados na região de Candiota, observa-se que esta possui importantes bioindicadores que podem serem utilizados para estudos indicativos de qualidade ambiental. Organismos estes que são representados por gastrópodes, anfíbios, líquens (extremamente sensíveis à poluição e muito freqüentes na região), macrófitas aquáticas, entre outros.

Fato relevante é a abundância de *Ampullaria canaliculata*, sugere-se que este molusco gastrópode, possa constituir-se em excelente biotipo para ensaios de bioindicação, reunindo todas as qualidades necessárias para tal e com elevado potencial de permanência no ambiente em quaisquer condições. Outro aspecto que reforça esta indicação é que este mesmo organismo já foi testado com sucesso na bioindicação e bioensaios como acumulador de metais pesados, descrito por Chomenko 1986, em tese doutoral publicada pela Universidade de Sarandis-Alemanha.

A bioindicação é usada em diferentes aspectos para o controle de qualidade de emissões atmosféricas e caracterização das águas, bem como, para o monitoramento dos ecossistemas naturais.

No caso de monitoração da qualidade do ar, vários vegetais vêm sendo empregados como bioindicadores de poluentes. Estes fitotipos podem apresentar-se em dois grupos diferenciados de bioindicação, os indicadores de reação e os de acumulação, ocorrendo no primeiro caso manifestação de sintomatologia e alterações morfo-fisiológicas e no segundo o processo de acumulação citopoiética de substâncias presentes no meio.



O emprego de gramíneas como bioindicadores, foi iniciado na Inglaterra em princípio com a espécie *Lolium multiflorum*, o azevém, espécie forrageira amplamente disseminada na área de estudo.

METODOLOGIAS A SEREM UTILIZADAS

As metodologias utilizadas irão constituir-se de coletas realizadas à campo, métodos de preservação de amostras biológicas e atividades de laboratório. Para tal descreve-se toda uma gama de possibilidades de manejo com amostragem e análises biológicas e que possam resultar em ferramentas para o estudo de bioindicadores.

Técnicas Para Amostragem e Análises Microbiológicas

Empregada para a monitoração da qualidade da água principalmente através do emprego da contagem de cepas de bacilos do tipo coliformes. Emprega-se para medir potabilidade e balneabilidade de um manancial hídrico.

a) Frasco: de borossilicato (pirex) ou plástico autoclavável, previamente esterelizado contendo os agentes adequados para preservação da amostra.

b) Amostra:

- amostras líquidas: 100ml para cada determinação, no caso da maioria dos indicadores de poluição;
- c) Preservação: refrigerar de 4° a 10°c.
- amostras com cloro residual: adicionar 0,1ml de solução de tiosulfato de sódio a 1,8% para cada 100ml da amostra; ⁽¹⁾
- amostras c/ metais pesados: 0,3ml de EDTA 15% para 100 ml da amostra ⁽¹⁾;
- bactérias redutoras do sulfato: não adicionar tiosulfato de sódio ao frasco.

d) Prazo:

- Águas tratadas: até 30 horas;
- Águas brutas: até 24 horas (de preferência 8 horas)

⁽¹⁾ Os agentes para preservação da amostra são adicionados aos frascos antes de sua esterilização.



Técnicas de Preservação de Amostras para Análises de Macrófitas e Macroalgas

Organismos vegetais aquáticos adequados para estabelecimento do grau de trofia do ecossistema e qualidade da água.

- a) Identificação: através de excitação e chaves de identificação.
- b) Frasco: vidro
- c) Preservação: formalina 5%
- d) Prazo: 1 ano, manter afastado da luz

Obs.: a definição do volume da amostra é função de vários fatores, devendo-se consultar o laboratório responsável pela execução das análises quanto ao volume necessário.

Técnicas para Utilização de Gramínea como Indicador da Concentração de SOx no ar.

A exposição de azevém ao ambiente a ser monitorado segue o seguinte procedimento:

Equipamento: Vasos plásticos, reservatórios de 6 litros, casa de vegetação (galpão de sementeira), ceifa, sacos plásticos, bandejas e freezer no laboratório.

As plantas devem ser semeadas nos vasos plásticos e irrigadas por gotejamento capilar, após duas semanas mantidas no galpão de sementeira, quando as plantas atingem 10 cm, devem ser cortadas rente ao solo e expostas ao ambiente por 3 a 5 semanas. A partir novamente devem ser ceifadas e levadas a laboratório para análise histológica da concentração de SOx. Tal procedimento é sugerido por Arndt 1983

Técnicas de Preservação de Amostras para Análise de Tecidos de Peixes

- a) Frasco: vidro, polietileno ou sacos plásticos.
- b) Preservação: formalina a 10%, adicionar 2g de bórax e 50ml de glicerina por litro de formalina. Nos peixes maiores de 7,5cm deverá ser injetado a solução acima, na



musculatura (mínimo 2 pontos/cada lado) e ventre, para que o preservante atinja os órgãos internos.

c) Peso/comprimento

d) Prazo: determinar imediatamente

1. MUSCULATURA

Frasco: folha de alumínio ou plástico, dependendo do parâmetro químico a ser analisado

Preservação: limpar, filetar e congelar

Prazo: depende do parâmetro químico a ser analisado

2. ANÁLISE DE TECIDOS DIVERSOS

Frasco: Vidro borossilicato, polietileno ou folha de alumínio

Preservação: congelar a amostra

Prazo: indefinido

3. ESTÔMAGO

Frasco: vidro ou polietileno

Preservação: remover o estômago do peixe e preservar com formalina a 10% ou 1/1 álcool a 70% e formalina a 4%

Prazo: 1 ano, de preferência analisar em prazo inferior

4. DETERMINAÇÃO DE CAUSA MORTES

Frasco: depende das determinações

Preservação:

- moribundos: refrigeração a 4°C

- vivos: mantê-los tanques pequenos com água do corpo d'água de origem, em condições de aeração e temperatura adequadas

Prazo: imediatamente

5. ESCAMAS

Frasco: saco plástico (5 x 8cm)

Preservação: lavar bem

Prazo: 2 meses

6. OTÓLITOS



Frasco: saco plástico (5 x 8cm)

Preservação: lavar bem

Prazo: indefinido

Obs.: a definição do volume da amostra é função de vários fatores, devendo-se consultar o laboratório responsável pela execução das análises quanto ao volume necessário. Estas análises podem ser indicadas para determinação de metais pesados ou pesticidas acumulados nos tecidos de peixes.

Técnicas de Preservação de Amostras para Análises de Zooplâncton

a) **Identificação e Contagem:** Chaves taxonômicas e contagem em placa Newbauer ou câmara Utermhol.

b) **Frasco:** vidro ou polietileno

c) **Preservação:** 25 ml de formaldeído neutralizado 40% em 250ml de amostra. No caso da utilização da água fervente, em coleta de organismo de água doce, adicionar à amostra o mesmo volume de água fervente, 250ml, esperar aproximadamente 30 min. e colocar 50ml de formaldeído neutralizado 40%, de modo que a amostra fique reservada em formaldeído neutralizado 4% (formol diluído 10 vezes). Outros fixadores poderão ser usados como etanol a 70%.

Em amostras muito turvas é útil acrescentar 0,04% de corante rosa de bengala, que irá possibilitar a diferenciação dos seres vivos.

PRAZO: 1 ano

Obs.: A definição do volume da amostra e a malhagem da rede depende de vários fatores, devendo-se consultar o laboratório responsável pela execução das análises.



Técnicas para Amostragem e Análises de Macroinvertebrados Bentônicos

- a) Identificação e Contagem: Acondicionar amostra em saco duplo de plástico e congelar por no máximo 12 meses. A identificação da-se através de chaves específicas para cada Classe.
- b) Preservação em Campo: Álcool 70% ou formalina 4%, etiquetas em papel vegetal escritas a lápis. Para conservação de tecidos é indicado o resfriamento a 4°C por no máximo 24 hs.

Organismos Bioindicadores Potenciais para Região de Estudo

Os bioindicadores podem ser genericamente, divididos em dois grupos: indicadores de reação e indicadores de acumulação. No primeiro caso, manifestam sintomas visíveis na estrutura ou mensuráveis por métodos fisiológicos ou bioquímicos; no segundo caso, o organismo tem a capacidade de acumular uma determinada substância existente nas emissões que o rodeiam, mostrando-se eficiente como monitor cumulativo.

Dentre os vegetais mais usados para bioindicação, pode-se citar:

Medicago sativa: alfafa

Pisum sativum: ervilha

Vicia faba: fava

Fagopyrum esculentum: trigo mourisco

Plantago major: tanchagem

Brassica oleraceae: couve

Lolium perenne: azevém perene

Lolium multiflorum: azevém

Líquens;

Polygonum punctatum: erva-de-bicho

Oenothera affinis: cruz-de-malta

Eichhornia azurea: aguapé



Dentro os animais mais usados para bioindicação, pode-se citar:

Invertebrados: *Ampullaria canalicullata* (gastropode)

Anfíbios { *Hyla pulchella*
Leptodactylus ocellatus

Répteis { *Tupinambis teguixim*
Bothrops alternatus

RESPONSABILIDADE DE EXECUÇÃO

A execução deste programa fica a cargo do(s) responsável(eis) pela(s) Usinas, devendo haver no caso de privatização, respeito a proporcionalidade das responsabilidades com os respectivos dimensionamentos de atribuições e custeios.

Em termos práticos a operação e execução deverá ser efetuada por profissionais devidamente habilitados e treinados para este fim. Tais profissionais poderão ser do staff permanente do empreendedor ou terceirizados, sendo em ambos os casos exigido devido cadastramento em órgãos ambientais competentes do Estado e União.

RECURSOS REQUERIDOS

Recursos necessários para cobrir os trabalhos de campo, as tarefas analíticas e as de interpretação de dados. Sob este aspecto, convém o planejamento criterioso dos parâmetros a serem avaliados, o número de amostras a serem examinadas e a frequência da coleta, adequando-se aos recursos disponíveis.

Humanos: profissionais atuantes na área biológica e química, técnicos de nível médio e laboratoristas.

(01) Biólogo;

(01) Engenheiro Químico

(01) Laboratorista

Materiais: equipamentos de laboratórios:

- Lupas;



Estudos Ambientais Ltda.

- Microscópio estereoscópico;
- Frascos (diversos tamanhos);
- Rede de plâncton;
- Placas de Petry;
- Excicatas;

RESULTADOS ESPERADOS

A caracterização de determinados parâmetros em organismos aquáticos e terrestres, permitem conhecer o seu desenvolvimento e suas características fisiológicas, que definem com grande precisão o meio em que ali encontram-se. Estes organismos, podem ser utilizados como parâmetros bioindicadores na caracterização do meio, onde desenvolvem-se e na evolução dos sistemas de tratamento.

Assim sendo, espera-se que o levantamento e a análise de dados, permita de maneira prática e objetiva uma avaliação precisa da qualidade dos ecossistemas, que encontram-se naquela região. Estes dados de bioindicação servirão para identificar qualquer mudança que ocorra no ambiente, objetivando a avaliação da contaminação residual ocorrente no local de estudo.

PRODUTOS

Confecção de relatórios, planilhas, gráficos e tabelas com documentais periódicos dos resultados obtidos pela biomonitoração.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CETESB **Guia de coleta e preservação de amostras de água**. 1987. Coord. Edmundo Garcia Agudo (et al.), São Paulo, p 150.
- CHOMENKO, L. 1988. **Utilização de moluscos gastrópodes do Rio Grande do Sul, Brasil, em experimentos toxicológicos como bioindicadores para avaliação espacial**, Acta Limnol. Brasil, Vol. 11, p 723-750.
- DIAS, M.; KLUMPP, A. & STRUFFALDI-DE VUONO, Y. 1994. **Estudo comparativo do acúmulo de fluoreto aéreo em *Lolium multiflorum*, e híbridos de *Hemerocallis* sp., na região de Cubatão**. X Congresso da SBSP, Santos/SP, Anais.
- DIVAN JR., A. M. 1994. **Uso de *Lolium multiflorum* (Graminae) como bioacumulador de enxofre a partir das emissões de SO₂ atmosférico provenientes de uma refinaria de petróleo**. Dissertação de mestrado.
- DOMINGOS, M; KLUMPP, A. ALVES, E. S. & DA SILVA, M. D. 1993. **Biochemical, chemical, physiological and anatomical alterations in native species of Serra do Mar, subject to different pollution loads-the passive biomonitoring**, Proceedings of the shift Workshop, Belem.
- Estudo de Impacto Ambiental, **Usina Termelétrica Candiota III, 1º Máquina, CEE**, setembro/1996, CIENTEC.



Cultura de azevém utilizada como bioindicador.



Estação de amostragem com cultura de azevém



5. PROGRAMA DE MONITORAMENTO ATMOSFÉRICO

OBJETIVOS

Este trabalho visa a apresentação do **Programa de Monitoramento da Qualidade do Ar na área de influência das Usinas Termelétricas de Candiota (UTE's)**, localizadas no município de Candiota - RS, em função das futuras ampliações da atividade de geração de energia elétrica, através da queima de carvão mineral nas fornalhas das caldeiras, que resultarão em incrementos de emissão de poluentes atmosféricos.

O Programa de Monitoramento da Qualidade do Ar tem como objetivo o acompanhamento da evolução dos níveis de concentrações de poluentes na área de influência, "que ultrapassadas, poderão afetar a saúde da população (Padrão Primário de Qualidade do Ar)" e/ou "abaixo das quais se prevê o mínimo efeito adverso sobre o bem-estar da população, assim como o mínimo dano à fauna, à flora e aos materiais e ao meio ambiente em geral" (Padrão Secundário de Qualidade do Ar).

JUSTIFICATIVAS

O carvão mineral consumido nas UTE's é proveniente das minas de carvão existentes no município de Candiota e arredores, onde são realizadas as operações de extração e processamento.

A queima deste carvão para geração termelétrica gera imissão de uma grande quantidade de particulas para atmosfera. A interação das substâncias lançadas na atmosfera com o meio ambiente reuquer monitoração constante devido aos eventuais impactos potenciais resultantes principalmente dos compostos SOx e NOx.



Para a realização deste trabalho foram consideradas as seguintes bases de informações:

- EIA-RIMA da ampliação da usina Termelétrica de Candiota;
- Relatório Final: "The Study on Evaluation of Environmental Quality in Regions under Influence of Coal Steam Power Plants in the Federative Republic of Brazil", elaborado pela JICA - Japan International Cooperation Agency, de setembro/1997;
- visita aos principais pontos e locais da área de influência da qualidade do ar;
- realização de estudo de dispersão de poluentes para condições meteorológicas específicas .

LEGISLAÇÃO AMBIENTAL

O Programa de Monitoramento da Qualidade do Ar foi elaborado considerando as seguintes Resoluções:

- Resolução CONAMA n.º 05, de 15/06/89;
- Resolução CONAMA n.º 03, de 20/06/90.

• A Resolução CONAMA n.º 05 estabelece o **PRONAR - Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar**, "como um dos instrumentos básicos da gestão ambiental à proteção da saúde, bem-estar das populações e melhoria da qualidade de vida, com objetivo de permitir o desenvolvimento econômico e social do país de forma ambientalmente segura, pela limitação dos níveis de emissão de poluentes por fontes de poluição atmosférica, com vistas a:

- a) uma melhoria na qualidade do ar;
- b) o atendimento aos padrões estabelecidos;
- c) o não comprometimento da qualidade do ar em áreas consideradas não degradadas".

A estratégia do PRONAR é limitar, em nível nacional, as emissões por tipologia de fontes e poluentes prioritários, reservando o uso dos padrões de qualidade do ar como ação complementar de controle. Este será implementado através de:

⇒ Limites máximos de emissão



⇒ Adoção de padrões nacionais de qualidade do ar, tendo sido estabelecido dois tipos de padrão de qualidade do ar:

- Padrão Primário, que protege a saúde da população;

- Padrão Secundário, para o mínimo efeito adverso sobre o bem-estar da população e mínimos danos à flora e fauna

⇒ Prevenção da deterioração significativa da qualidade do ar, que estabeleceu a classificação das áreas de acordo com os usos (do solo) pretendidos:

- **Classe I**, áreas de preservação, lazer e turismo, que deverá ser mantida a qualidade do ar em nível o mais próximo possível do verificado sem a intervenção antropogênica;

- **Classe II**, áreas onde o nível de deterioração da qualidade do ar seja limitado pelo padrão secundário de qualidade;

- **Classe III**, áreas de desenvolvimento, onde o nível de deterioração da qualidade do ar seja limitado pelo padrão primário de qualidade.

Através de Resolução específica do CONAMA serão definidas as áreas de classe I e classe III, sendo as demais consideradas classe II.

⇒ Monitoramento da qualidade do ar

⇒ Gerenciamento do licenciamento de fontes de poluição do ar

⇒ Inventário nacional de fontes e poluentes do ar

⇒ Gestões políticas

⇒ Desenvolvimento nacional na área de poluição do ar

⇒ Ações de curto, médio e longo prazos”

- A Resolução CONAMA n.º 03, com base no PRONAR, estabelece em nível nacional os padrões primários e secundários de qualidade do ar, “como objetivo a ser atingido mediante a estratégia de controle fixada pelos padrões de emissão e deverão orientar a elaboração de Planos Regionais de controle da poluição do ar”.



A Resolução CONAMA n.º 03 estabeleceu os Padrões de Qualidade do Ar para os seguintes poluentes: Partículas Totais em Suspensão, Fumaça, Partículas Inaláveis, Dióxido de Enxofre, Monóxido de Carbono, Ozônio e Dióxido de Nitrogênio, sendo que o artigo 8.º institui: “Enquanto cada Estado não definir as áreas de Classe I, II e III mencionadas no item 2, sub-item 2.3, da Resol. CONAMA 05/89, serão adotados os padrões primários de qualidade do ar, estabelecidos nesta resolução”.



PADRÕES NACIONAIS DE QUALIDADE DO AR*
(Resolução do CONAMA n.º 003/1990)

POLUENTE	PADRÃO PRIMÁRIO	PADRÃO SECUNDÁRIO
Partículas Totais em Suspensão (PTS) (Método do amostrador de Grandes Volumes, ou equivalente)	Conc. m.g.a.: 80 µg/m³ Conc. média 24 h: 240 µg/m³ (Não deve ser excedida mais do que uma vez por ano)	Conc. m.g.a.: 60 µg/m³ Conc. média 24 h: 150 µg/m³ (Não deve ser excedida mais do que uma vez por ano)
Fumaça (Método da Refletância ou equivalente)	Conc. m.a.a.: 60 µg/m³ Conc. média 24 h: 150 µg/m³ (Não deve ser excedida mais do que uma vez por ano)	Conc. m.a.a.: 40 µg/m³ Conc. média 24 h: 100 µg/m³ (Não deve ser excedida mais do que uma vez por ano)
Partículas Inaláveis (Método da Separação Inercial/Filtração, ou equivalente)	Conc. m.a.a.: 50 µg/m³ Conc. média 24 h: 150 µg/m³ (Não deve ser excedida mais do que uma vez por ano)	Conc. m.a.a.: 50 µg/m³ Conc. média 24 h: 150 µg/m³ (Não deve ser excedida mais do que uma vez por ano)
Dióxido de Enxofre (Método Pararrosanilina, ou equivalente)	Conc. m.a.a.: 80 µg/m³ (30 ppb) Conc. média 24 h: 365 µg/m³ (139 ppb) (Não deve ser excedida mais do que uma vez por ano)	Conc. m.a.a.: 40 µg/m³ (15 ppb) Conc. média 24 h: 100 µg/m³ (38 ppb) (Não deve ser excedida mais do que uma vez por ano)



Monóxido de Carbono (Método do Infra-vermelho não dispersivo, ou equivalente)	Conc. média 8 h: 10.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (9.000 ppb) (Não deve ser excedida mais do que uma vez por ano) Conc. média 1 h: 40.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (35.000 ppb) (Não deve ser excedida mais do que uma vez por ano)	Conc. média 8 h: 10.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (9.000 ppb) (Não deve ser excedida mais do que uma vez por ano) Conc. média 1 h: 40.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (35.000 ppb) (Não deve ser excedida mais do que uma vez por ano)
Ozônio (Método Quimioluminescência, ou equivalente)	Conc. média 1 h: 160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (81 ppb) (Não deve ser excedida mais do que uma vez por ano)	Conc. média 1 h: 160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (81 ppb) (Não deve ser excedida mais do que uma vez por ano)
Dióxido de Nitrogênio (Método Quimioluminescência, ou equivalente)	Conc. m.a.a.: 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (53 ppb) Conc. média 1 h: 320 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (170 ppb)	Conc. m.a.a.: 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (53 ppb) Conc. média 1 h: 190 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (101 ppb)

* À 25 °C e 760 mm de mercúrio (1.013,2 milibares);

m.g.a., significa média geométrica anual; m.a.a., significa média aritmética anual.

PADRÃO PRIMÁRIO de QUALIDADE DO AR: são as concentrações de poluentes que, ultrapassadas, poderão afetar a saúde da população.

PADRÃO SECUNDÁRIO de QUALIDADE DO AR: são as concentrações de poluentes abaixo das quais se prevê o mínimo efeito adverso sobre o bem-estar da população, assim como o mínimo dano à fauna, à flora, aos materiais e ao meio ambiente em geral.

METODOLOGIA PARA ELABORAÇÃO DO PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR PARA A REGIÃO DE CANDIOTA

A elaboração do programa de monitoramento em referência teve como base os seguintes passos:

- visita a área de influência;



- consideração do cenário de produção termelétrica da região para o ano de 2.004, considerando a entrada em operação de Candiota III (350 MW);
- informações disponíveis do EIA-RIMA de Candiota III e Relatório Final da JICA;
- rede de monitoramento da qualidade do ar existente na região de Candiota;
- estudo de dispersão de poluentes para o cenário em referência.

Visita a Área de Influência

Em 25 e 26 de julho de 1998, foram realizadas visitas na área de influência, visando o levantamento da real situação ambiental em termos qualitativos, nos seguintes aspectos:

- sistema de monitoramento existente,
- fisionomia da região de Candiota.

A área de influência para o monitoramento da qualidade do ar é relativamente extensa, em função das características das emissões dos poluentes lançados na atmosfera, principalmente no que tange a dióxido de enxofre e óxidos de nitrogênio. Em princípio estima-se que esta região esteja compreendida num raio entre 50 e 100 km, com referência as usinas termelétricas de Candiota.

A área de influência para deposição úmida e/ou seca (chuva ácida) tem uma extensão ainda maior, podendo estar dentro do raio entre 100 e 500 km.

Na Região de Candiota - objeto deste estudo, existem 05 estações de monitoramento da qualidade do ar, sendo 03 operadas pela Companhia de Geração Térmica de Energia Elétrica - CGTEE - e 02 pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental - FEPAM. Com a cooperação japonesa (JICA), a CGTEE aprimorou e ampliou seu sistema de monitoramento da qualidade do ar. As estações existentes na região de Candiota e sua composição atual são:

A) Estação Aeroporto (Ver Fotos n.º 1 a 5)

A mais completa do conjunto, está localizada junto ao Aeroporto de Candiota, da CGTEE, situado na altura das coordenadas (X=244.200; Y= 6512.350) - portanto,



na **direção NNW** em relação às usinas existentes - e está medindo contínua e automaticamente **Dióxido de Enxofre (SO₂)**, **Dióxido de Nitrogênio (NO₂)**, **Óxido Nitroso (NO)** e **Óxidos de Nitrogênio (No_x = NO₂ + NO)** e, não automaticamente, em períodos de 24 horas, à cada 06 dias, **Partículas Totais em Suspensão (PTS)**, com o Amostrador de Grandes Volumes (Hi-Vol). Aliado a estes parâmetros, a estação possui também coletor automático de **Deposição Úmida ou Seca (wet/dry)** (acionamento por sensor), com frasco de contenção recolhido à cada 15 dias; posteriormente, são medidos o **pH** e a **condutividade** da solução colhida. Possui ainda coletor de diâmetro 1,0 m para **Deposição Mista (Úmido/Seca)**, com solução também recolhida à cada 15 dias, para determinação do **pH** e **condutividade**.

Neste local opera também uma Estação Meteorológica automática e contínua, no momento em manutenção e atualização tecnológica, que mede: radiação global e radiação líquida, direção dos ventos, velocidade dos ventos, temperatura do ar, umidade relativa do ar e pressão atmosférica.

B) Estação Candiota III (Ver Fotos n.º 7 a 9)

Localizada na área onde seria inicialmente o canteiro de obras da Usina Candiota III, aproximadamente nas coordenadas (X=240.000; Y= 6506.000) - portanto, na **direção W** em relação às usinas existentes - está medindo contínua e automaticamente **Dióxido de Enxofre (SO₂)** e, não automaticamente, em períodos de 24 horas, à cada 06 dias, **Partículas Totais em Suspensão (PTS)**, com o Amostrador de Grandes Volumes (Hi-Vol). Dispõe também de coletor de diâmetro 1,0 m para **Deposição Mista (Úmido/Seca)**.

C) Estação Fazenda Três Lagoas (Ver Foto n.º 13)

Situada à **SW** das usinas em operação, coordenadas (X=241.550; Y= 6501.250), esta estação mede contínua e automaticamente **Dióxido de Enxofre (SO₂)**. Possui ainda coletor de diâmetro 1,0 m para **Deposição Mista (Úmido/Seca)**, com solução também recolhida à cada chuva, para determinação do **pH** e **condutividade**.



D) Estação COLÔNIA NOVA (Ver Foto n.º 20)

Operada pela FEPAM mede **Partículas Totais em Suspensão (PTS)**, com o Amostrador de Grandes Volumes (Hi-Vol) e **Dióxido de Enxofre (SO₂)**, **Dióxido de Nitrogênio (NO₂)**, com o chamado Tri-Gás, todos para coletas realizadas durante 24 horas, à cada 06 dias. Está localizada no meio caminho de Bagé à Aceguá, distante cerca de 45 km, à **WSW** das usinas em operação.

E) Estação ACEGUÁ (Ver Foto n.º 18)

Esta estação também é operada pela FEPAM, localizada cerca de 57 km à **SW** das usinas em funcionamento, bem próxima à fronteira com o Uruguai; entretanto, a CGTEE possui naquele local coletor automático de **Deposição Úmida ou Seca (wet/dry)** (acionamento por sensor), com frasco de contenção recolhido à cada 15 dias e determinação do **pH** e **condutividade** da solução colhida.

Os parâmetros medidos pela FEPAM incluem **Partículas Totais em Suspensão (PTS)**, com o Amostrador de Grandes Volumes (Hi-Vol) e **Dióxido de Enxofre (SO₂)**, **Dióxido de Nitrogênio (NO₂)**, com o chamado Tri-Gás, todos para coletas de 24 horas, à cada 06 dias. A estação possui também coletor de diâmetro 1,0 m para **Deposição Mista (Úmido/Seca)**.

Descrição da fisionomia da região de CANDIOTA

A área de estudo - localizada sobretudo na superfície do Escudo Cristalino Sul Riograndense - para efeito do monitoramento da qualidade do ar compreende: centralmente, o município de Candiota (Fotos n.º 14, 15 e 16 a/b/c), deslocando-se lateralmente à leste, em direção a Serra do Veleda (Fotos n.º 22 e 23) - próxima ao município de Pinheiro Machado - parte do município de Bagé, à noroeste e Distrito de Aceguá, à sudoeste (Fotos n.º 17 e 19).

Esta área pode ser visualizada na carta anexa, além da documentação fotográfica, que ilustra a paisagem e o relevo existente em algumas das áreas visitadas.



Sinteticamente, podemos dizer que se trata de uma área erma, no total sentido da palavra, isto é, distante de centros mais densamente ocupados - neste caso, Bagé - e com baixíssima taxa de ocupação humana. Na verdade, a região de Candiota constitui-se em grande extensão de pastagem nativa, sobre relevo ondulado, do Escudo Cristalino Sul Riograndense.

O solo possui camada de terra orgânica de pequena espessura, aflorando em apreciável extensão, sua estrutura rochosa. Em alguns locais, vê-se, por exemplo, veios de carvão mineral à poucos centímetros do solo; o mesmo acontece com diversos outros minerais. Estas características de solo determinam a ocorrência preferencial de gramíneas em toda sua extensão, acompanhadas de matas de galeria, ao longo dos principais arroios; este tipo de formação florestal é o predominante na região (Fotos n. 16 a/b/c).

A vegetação florestal em geral, não é de grande porte, mas de pequeno e médio. Em certas porções da área, esta floresta é densa, especialmente nas ravinas e encostas das ondulação do terreno. Nestas áreas é comum encontrar espécies faunísticas mais raras, como o graxaim-do-campo e o veado-mateiro, ambos encontrados na vistoria realizada, além de outros animais nativos de pêlo.

A região é prolífera também em pássaros de diversas espécies, tendo sido observados o raro sangue-de-boi, de coloração vermelha acinzentada e o pica-pau de topete vermelho, por exemplo.

Com esta breve descrição, queremos destacar as peculiaridades da região a ser monitorada, em detrimento de seu elevado potencial de geração de energia termoelétrica, à partir da queima do carvão mineral:

- região erma, toda ela de baixa densidade de ocupação humana, imenso reduto que permite o aproveitamento ainda maior pela pecuária e, parcialmente, pela agricultura, mas que necessita fortes cuidados para prevenir assoreamento do solo,
- solo de formação antiga, com grande predominância de gramíneas,
- rochas aflorantes, determinando fragilidade do solo e da cobertura vegetal,
- relevo ondulado, com predominância de formações florestais, principalmente de galerias, de pequeno e médio portes,

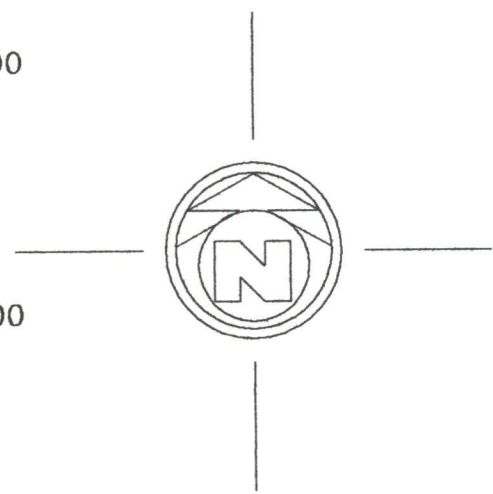
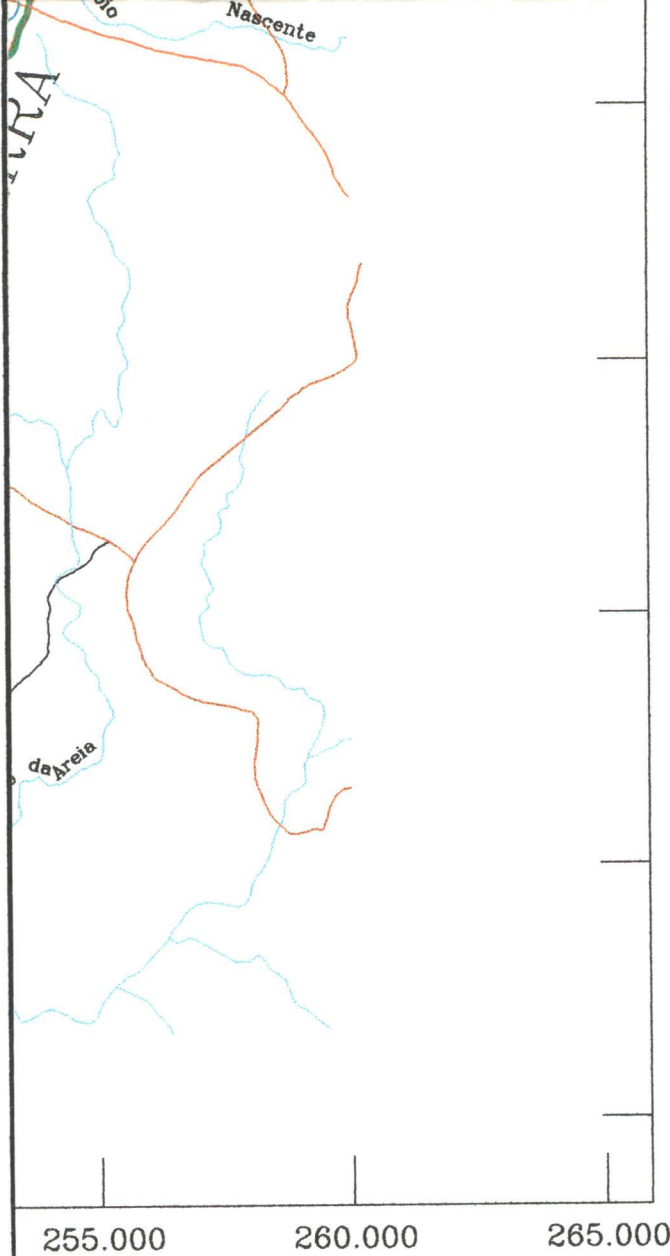


- área de economia regional voltada predominantemente à pecuária bovina e ovina, em sua maior parte, exceto ao sul de Bagé, onde coexistem fortes empresas de criação de cavalos de raça,
- boa conservação da fauna terrestre e aérea, que convive com os usos pecuários citados, o que deve ser mantido, já que trata-se de uma das poucas áreas com tais características,
- possuidora de potencial para a exportação de carne - por sua criação essencialmente nativa, sem uso de rações, como é o caso do gado estabulado europeu - e do couro, de melhor qualidade, pela inexistência de carrapatos, especialmente nos campos ao sul de Bagé.



Estudos Ambientais Ltda.

CARTA DA REGIÃO ESTUDADA



	CEEE	COMPANHIA ESTADUAL DE ENERGIA ELÉTRICA SUPERINTENDÊNCIA DE GERAÇÃO
--	-------------	---

CGTEE	COMPANHIA DE GERAÇÃO TÉRMICA DE ENERGIA ELÉTRICA
--------------	--

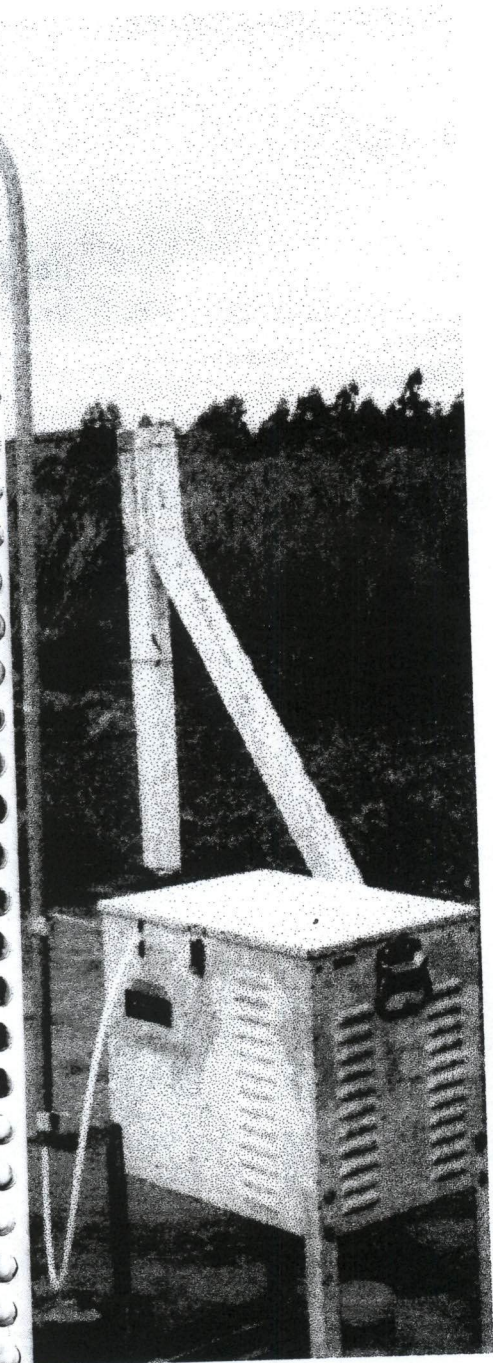


**PLANO BÁSICO AMBIENTAL
DO COMPLEXO CANDIOTA**

**LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS
DE MONITORAMENTO DE QUALIDADE DO AR**

PLANTA	Escala: 1:150.000	Fonte: DSGE Serviço de Levantamento do Exército	Data: AGO / 98	Desenho: andré
---------------	----------------------	---	-------------------	-------------------

RESP. TÉCNICO:
Eng° Mec. Tarcísio Isaía CREA/RS 23.241



li-Vol e Tri-Gas.

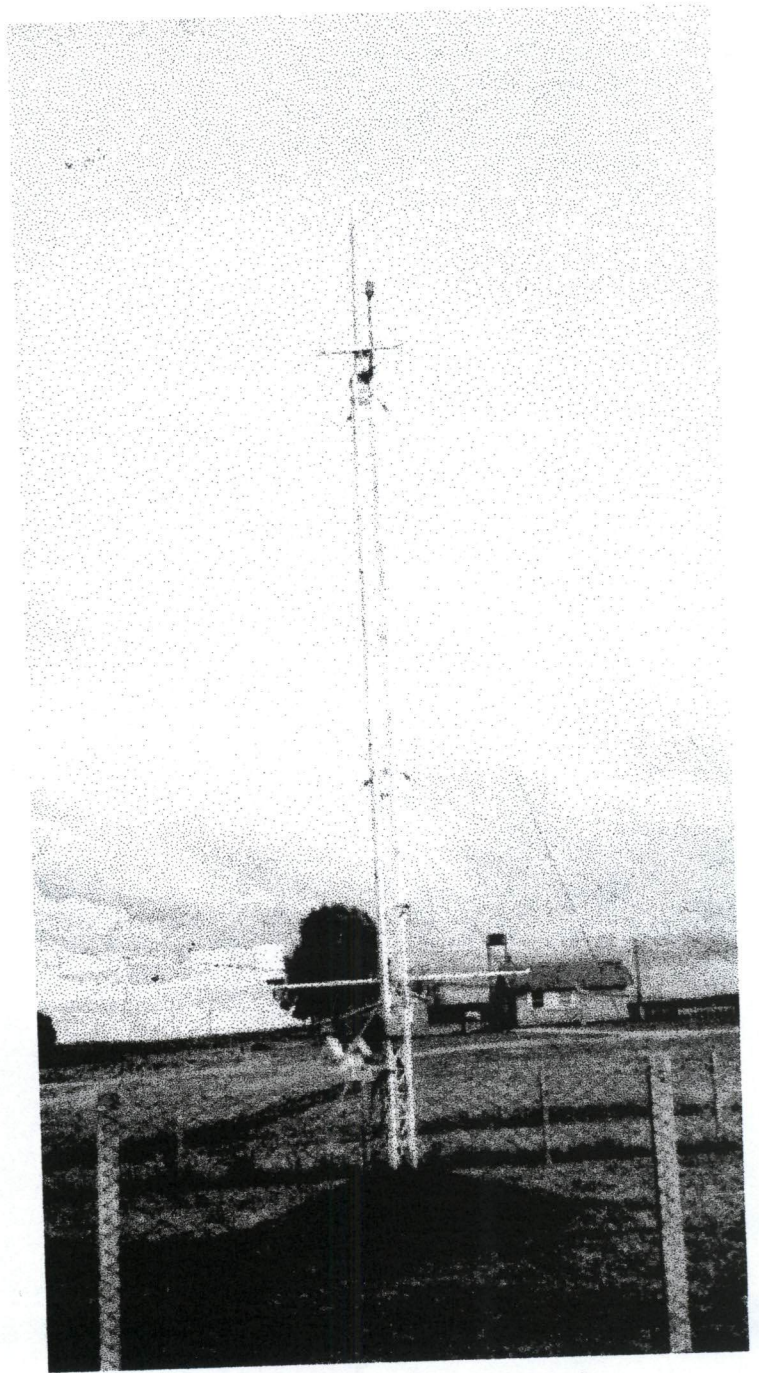


Foto 5: Estação Meteorológica no Aeroporto/Candiota, junto a estação de Monitoramento da Qualidade do Ar.



Estação de Monitoramento da Qualidade do Ar no Aeroporto de Candiota



Cenário para o ano 2.004

As unidades termelétricas de Candiota (Candiota II e III) – Fotos n.º 10 a 12 - estarão em operação no ano de 2.004, nas seguintes características:

Características de operação das Termelétricas de Candiota em 2.004

UTE	Potência (MW)	Emissão (kh/h)			Altura da Chaminé (m)
		MP	SO ₂	NO _x	
Candiota II - Fase A	126	79,672	398,362	398,362	150
Candiota II - Fase B	320	80,789	2.120,717	686,708	150
Candiota III	350	310,379	2.120,717	796,443	150

Fonte: Estudo de Avaliação do Impacto na Qualidade do Ar devido ao Complexo Termelétrico de Candiota, jan/98.

NOTA: MP: Material Particulado

SO₂: Dióxido de Enxofre

NO_x: Óxidos de Nitrogênio.

As emissões de poluentes das UTE's para o ano 2.004 serão lançadas em chaminés de 150m de altura física, que estarão localizadas próximas da coordenada X= 245.300 e Y= 6506.000, tendo como referência os mapas/cartas do Exército Brasileiro.

Informações disponíveis do EIA-RIMA de Candiota e do Relatório Final/JICA

As condições de dispersão dos poluentes na atmosfera estão relacionadas diretamente com os parâmetros meteorológicos, principalmente com a direção e velocidade dos ventos, a estabilidade atmosférica e a altura da camada de mistura, sendo que as informações disponíveis na área de influência referem-se aos dados medidos na Estação Meteorológica do Aeroporto de Candiota para o período de 12 anos (1969 a 1983).

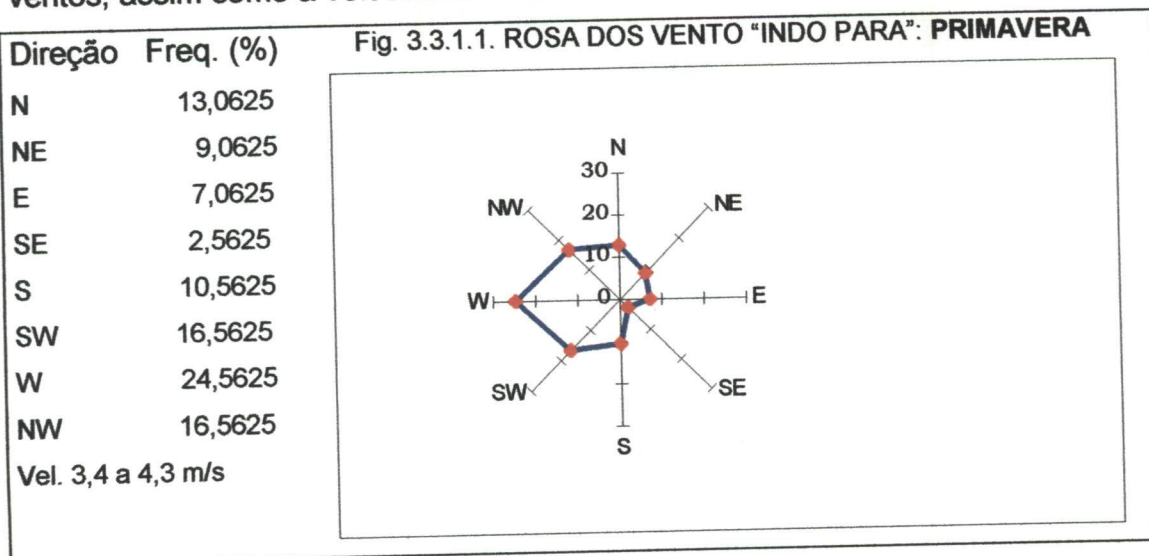
As avaliações de qualidade do ar na área de influência foram realizadas pelos monitores automáticos do Projeto JICA, nas estações de monitoramento das usinas termelétricas de Candiota.



As avaliações de qualidade do ar na área de influência foram realizadas pelos monitores automáticos do Projeto JICA, nas estações de monitoramento das usinas termelétricas de Candiota.

Meteorologia

As informações de direção e velocidade dos ventos referem-se a estação meteorológica de Candiota, localizada nas coordenadas 31°33' e 53°40'. As figuras à seguir mostram as direções dos ventos "indo para", nas quatro estações do ano e para a média anual do período 1969 e 1983, em forma de gráficos de rosa dos ventos, assim como a velocidade média.

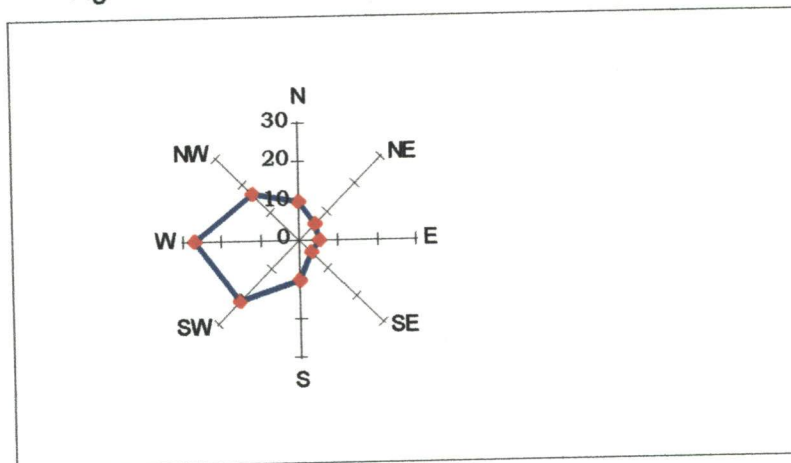




Direção Freq. (%)

N	9,5
NE	6
E	5
SE	4
S	10
SW	22
W	26,5
NW	17
Vel. 3,1 a 4,4 m/s	

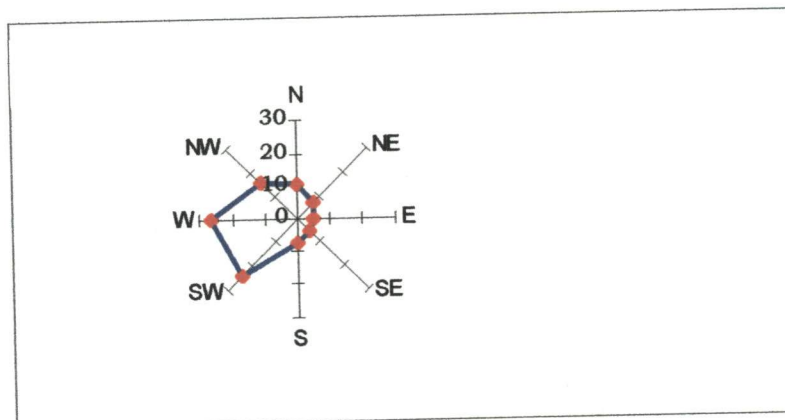
Fig. 3.3.1.2. ROSA DOS VENTO "INDO PARA": VERÃO



Direção Freq. (%)

N	10,125
NE	7,125
E	4,625
SE	4,625
S	7,125
SW	23,625
W	26,625
NW	16,125
Vel. 3,1 a 4,2 m/s	

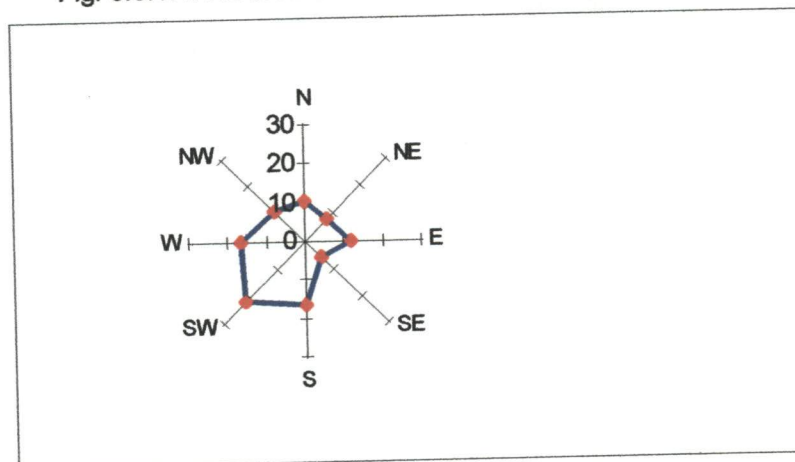
Fig. 3.3.1.3. ROSA DOS VENTO "INDO PARA": OUTONO

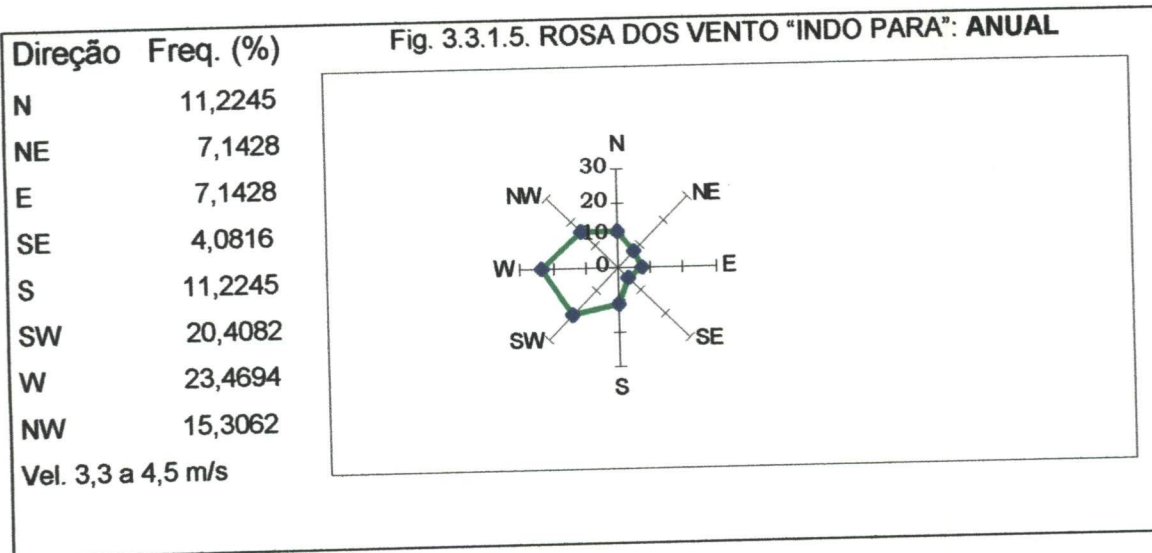


Direção Freq. (%)

N	10,0625
NE	8,0625
E	11,5625
SE	5,5625
S	16,5625
SW	22,0625
W	16,0625
NW	10,5625
Vel. 3,0 a 4,8 m/s	

Fig. 3.3.1.4. ROSA DOS VENTO "INDO PARA": INVERNO





As direções predominantes dos ventos "indo para" são formadas nos quadrantes Sul (S), Oeste (W) e Norte (N), praticamente todo o ano, exceto no inverno, quando inclui também o quadrante Leste (E).

A velocidade média dos ventos é relativamente alta, na faixa de 3,0 a 4,8 m/s, sendo a média anual de 4,0 m/s. Nestas condições, as estabilidades atmosféricas serão do tipo **neutra** (C, D) e **estável** (E, F) e, em termos estatísticos, o Relatório Final da JICA mostra na **Figura 4.1.3. "Stability Frequency"**, página... , a predominância das estabilidades neutra e estável.

Qualidade do Ar

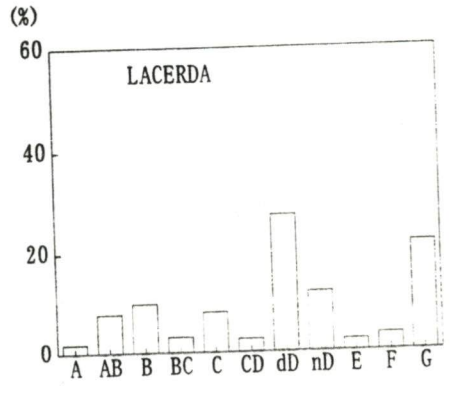
A qualidade do ar na área de influência, avaliada por monitor automático e contínuo, é feita pelas 03 estações da CGTEE, para os seguintes parâmetros:

ESTAÇÃO	PARÂMETROS	DISTÂNCIA DA USINA
AEROPORTO	SO ₂ , NO _x	6,4 km, na direção NNW
CANDIOTA III	SO ₂	5,3 km, na direção W
TRÊS LAGOAS	SO ₂	6,0 km, na direção SW

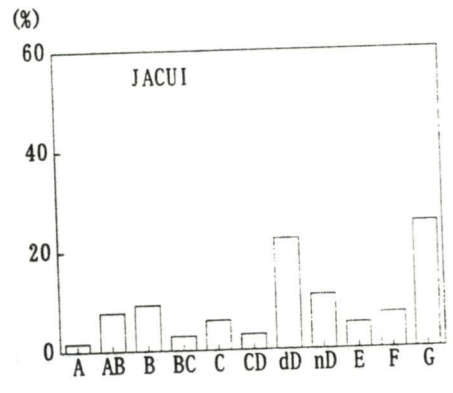
NOTAS:

- NNW - NORTE NOROESTE(337,5°)
- W - OESTE (270°) - SW - SUDOESTE (225°)
- Observe que as estações encontram-se nas direções S,W, N.

Jorge Lacerda Power Plant



Charqueadas Power Plant



Candiota Power Plant

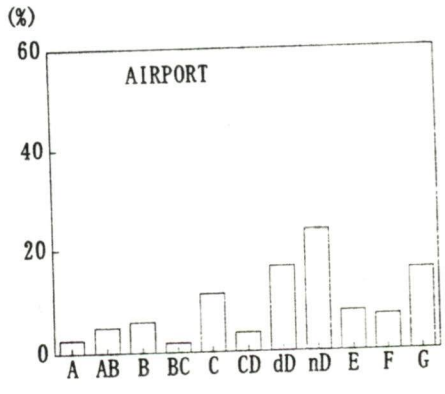


Figure 4.1.3 Stability Frequency

Year 1996 Mar to 1997 Feb



A qualidade do ar medida nas três estações de monitoramento apresentaram os seguintes níveis de concentrações:

ESTAÇÃO	SO ₂ (ppb)			NO ₂ (ppb)		
	horária máx.	diária máx.	anual	horária máx.	diária máx.	Anual
Aeroporto	182	17	3,5	20	-	1,4
Candiota III	113	27	4,5	-	-	-
Três Lagoas	129	16	4,2	-	-	-
P.N.Q.A.(a)		139	30	170	-	53

Fonte: - Relatório Final/JICA

NOTA: (a): Padrão Nacional Primário de Qualidade do Ar.

O Projeto JICA de Monitoramento da Qualidade do Ar realizou avaliação de dióxido de enxofre (SO₂) pelo método de absorção em tri-etanol-amina e posterior análise em cromatografia. Este método é relativamente simples, pois não necessita de energia elétrica e sistema de coleta sofisticada, onde os resultados servem como Indicadores Qualitativos.

Foram realizadas avaliações em 20 pontos/locais, conforme a **Figura 5) - Regional Concentration Distribution by Simple Method (SO₂, Candiota)**, anexa.

Rede de Monitoramento da Qualidade do Ar

A rede de monitoramento descrita no item 3.1.1. "Descrição do Sistema de Monitoramento Existente", constituída basicamente por 05 estações, possui as seguintes características:

- **Estação Aeroporto:** localiza-se a aproximadamente 6,4 km das UTE's, na direção NNW e na altitude de 220 m; possui a função de monitorar as condições meteorológicas da região, monitorar os poluentes SO₂, NO_x e PTS, além de coletar as amostras de "chuvas ácidas".



Os resultados desta estação, em termos de qualidade do ar, representam os "prováveis pontos de máximas contribuições das UTE's" para os ventos nesta direção (NNW) (Foto n.º 6).

O local da estação é um aeroporto de pequeno movimento, circundado por vegetação típica e uma comunidade/vila em franca expansão, a aproximadamente 1 km na direção NNW.

- **Estação Candiota:** localiza-se a aproximadamente 5,3 km das UTE's na direção W e na altitude de 220 m; possui a função de monitorar os poluentes SO₂ e PTS, além de coletar as amostras de "chuvas ácidas".

Os resultados desta estação, em termos de qualidade do ar, representam os "prováveis pontos máximos de contribuições das UTE's" para os ventos nesta direção (W).

O local da estação está cercado de árvores de reflorestamento.

- **Estação Três Lagos:** localiza-se a aproximadamente 6 km (Foto n.º 14), na direção SW e na altitude de 143 m; possui a função de monitorar o poluente SO₂ e coletar as amostras de "chuvas ácidas".

Os resultados desta estação, em termos de qualidade do ar, representam os "prováveis pontos máximos de contribuição das UTE's" para os ventos nesta direção (SW).

O local da estação representa as fazendas típicas da região, predominando as vegetações típicas.

- **Estação Colônia Nova:** está localizada a aproximadamente 45 km das UTE's, na direção WSW e possui a função de monitorar os poluentes SO₂, NO₂ e PTS. A estação está localizada na comunidade/vila Colônia Nova, onde a atividade principal é agropecuária - salientando-se a produção leiteira - e, em função da distância das UTE's, as concentrações medidas são relativamente baixas.



- **Estação Aceguá:** localiza-se a aproximadamente 57 km das UTE's, na direção SW, com altitude de cerca de 200 m. Possui a função de monitorar os poluentes SO_2 , NO_2 e PTS e também de coletar amostras de "chuvas ácidas".

A estação está localizada no Distrito de Aceguá, que faz divisa com o Uruguai e, em função da distância das UTE's, as concentrações medidas são relativamente baixas.

3.5. Estudo de Dispersão de Poluentes para o Cenário do ano 2.004

O EIA-RIMA de Candiota foi contemplado com a realização de estudos de dispersão de poluentes atmosféricos para vários cenários de operação das UTE's e considerando as condições críticas de meteorologia (worst case), sendo que, para as emissões de poluentes descritas no item 3.2. "Cenário para o ano 2.004", as concentrações máximas de poluente ocorrerão nas seguintes condições:

- vento: velocidade de 1 m/s, direção 90° (E)
- estabilidade atmosférica: estável (E)
- coordenadas: X= 262.000 e Y= 6506.000; altitude: 400m
- localização: Serra do Veleda, a aproximadamente 17 km das UTE's, na direção leste (E).

As informações meteorológicas da região apresentam a velocidade média anual de 4,0 m/s, que é relativamente alta.

Portanto, visando determinar as contribuições das emissões de poluentes das UTE's no "cenário para o ano 2.004" na área de influência e, considerando as velocidades próximas da média anual (4,0 m/s) - média das estações primavera, verão, outono e inverno (3,0 a 4,8 m/s) - foi realizado o estudo de dispersão dos poluentes para as seguintes condições e características:

- modelo utilizado: ISCST3 - Industrial Source Complex Short Term Version 3 - USEPA;



- emissões de poluentes e características das chaminés:

- Candiota II/Fase A, SO₂: 398,62 kh/h, chaminé com altura de 150m e 4,62m de diâmetro, velocidade de descarga dos gases: 26,684 m/s a 450 °K;
- Candiota II/Fase B1, SO₂: 2.120,17 kh/h, chaminé com altura de 150m e 4,77m de diâmetro, velocidade de descarga dos gases: 28,014 m/s a 450 °K;
- Candiota II/Fase B2, SO₂: 2.120,17 kh/h, chaminé com altura de 150m e 4,77m de diâmetro, velocidade de descarga dos gases: 28,014 m/s a 450 °K;
- Candiota III, SO₂: 2.342,48 kh/h, chaminé com altura de 150m e 7,70m de diâmetro, velocidade de descarga dos gases: 11,046 m/s a 408 °K;

- topografia: as mesmas do cenário para o ano 2.004, com 1.189 receptores na área de influência;

- meteorologia: 32 combinações de velocidade e estabilidade da atmosfera aplicados em 32 direções de vento, totalizando 1.024 dados meteorológicos utilizados nos cálculos, sendo que as 332 combinações estão apresentadas à seguir:

- Estabilidade A: 2,5 - 3,0 - 3,5 - 4,0 m/s
- Estabilidade B: 2,5 - 3,0 - 3,5 - 4,0 - 4,5 - 5,0 m/s
- Estabilidade C: 2,5 - 3,0 - 3,5 - 4,0 - 4,5 - 5,0 m/s
- Estabilidade D: 2,5 - 3,0 - 3,5 - 4,0 - 4,5 - 5,0 m/s
- Estabilidade E: 2,5 - 3,0 - 3,5 - 4,0 - 4,5 - 5,0 m/s
- Estabilidade F: 2,5 - 3,0 - 3,5 - 4,0 m/s

Os resultados desta simulação/modelagem de dispersão de poluentes (vide anexo) mostram as concentrações máximas de poluentes nas seguintes condições:

- vento: velocidade - 2,5 m/s, direção 90° (E)

- estabilidade atmosférica: estável (F)

- coordenadas: X= 262.000, Y= 6506.000, altitude: 400 m

localização: Serra do Veleda, aproximadamente a 17 km na direção leste (E) das UTE's.



Valores máximos de 24 horas encontrados para dióxido de enxofre:

Condições: Classe C, 8m/s: máx. 146,85 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, posição: X= 248.00

Y= 6510.000

Z= 260m

$\hat{\alpha}$ = 33,75°

Classe B, 4,5 m/s: máx. 20,34 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, posição: X= 244.000

Y= 6508.000

Z= 260m

$\hat{\alpha}$ = 326,25°

Classe E, 1,0 m/s: máx. 401,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, posição: X= 262.000

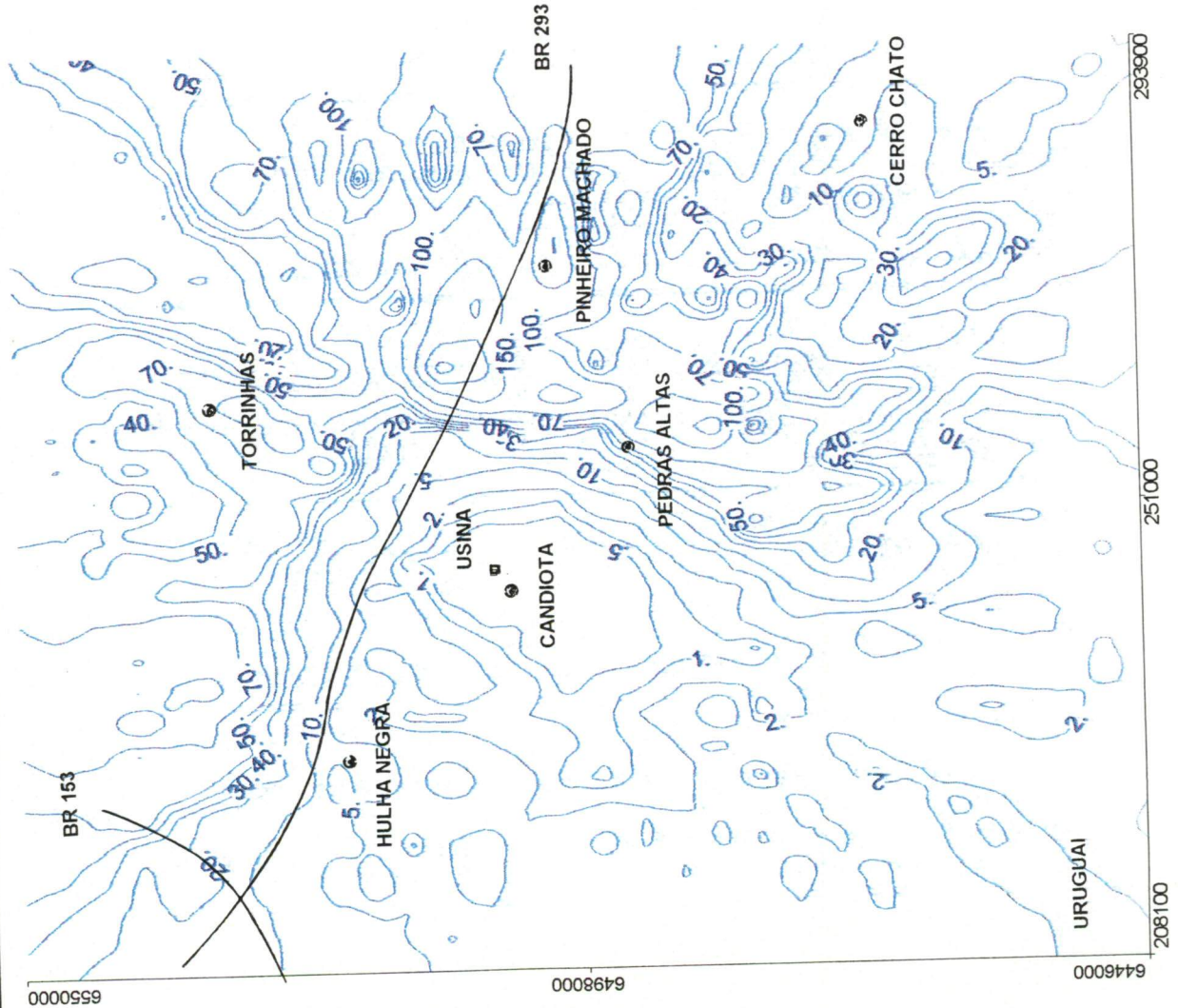
Y= 6506.000

Z= 400m

$\hat{\alpha}$ = 90°

Project Name: CANDIOTA II (A/B) III, Apr 2004, SO₂ ref 24 h, Estável

PLOT FILE OF HIGH 1ST HIGH 1-HR VALUES FOR SOURCE GROUP: ALL



OUTPUT TYPE:
Concentration

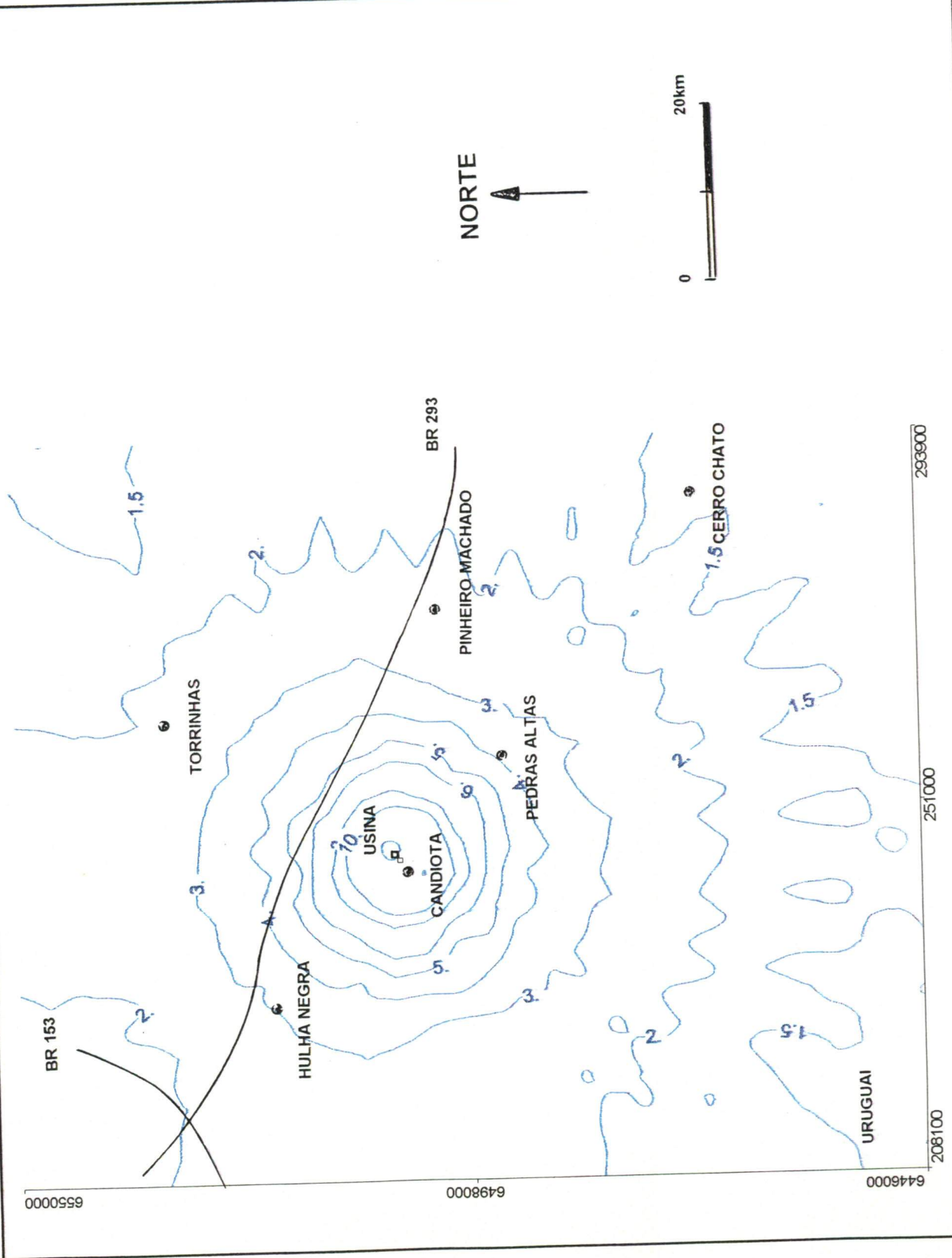
NO. RECEPTORS : 1189

MODELING OPTIONS:
CONC, RURAL, ELEV,
DFAULT

Conc.Max. (ug/m3)

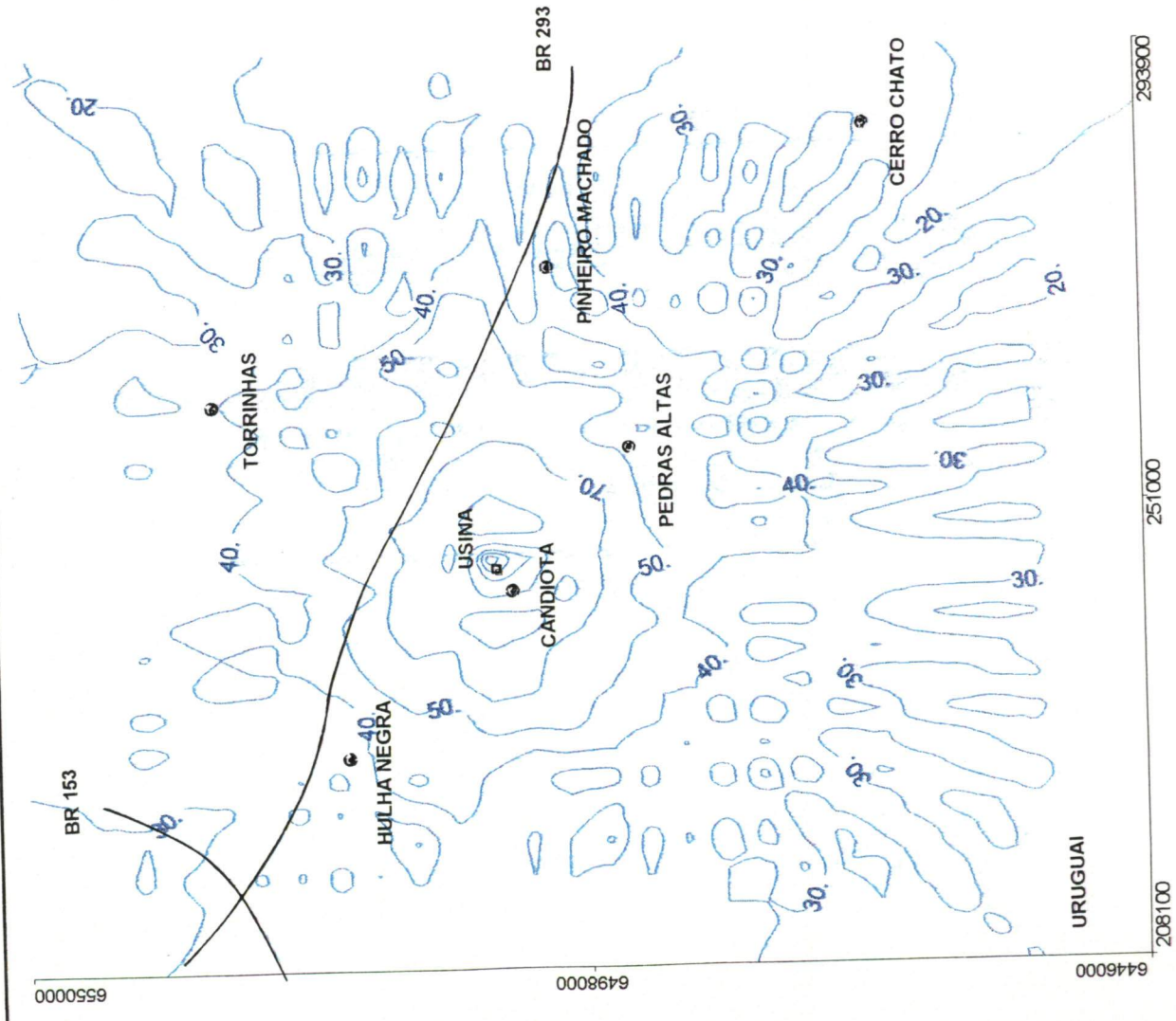
MODELER:
Eixo Horiz. x (m)
Eixo Vert. y (m)

PLOT FILE OF HIGH 1ST HIGH 1-HR VALUES FOR SOURCE GROUP: ALL



OUTPUT TYPE: Concentration
NO. RECEPTORS : 1189
MODELING OPTIONS: CONC, RURAL, ELEV, DFAULT
Conc.Max. (ug/m3)
MODELER: Eixo Horiz. x (m) Eixo Vert. y (m)

Plot file of high 1st high 1-HR values for source group: ALL



OUTPUT TYPE:
Concentration

NO. RECEPTORS : 1189

MODELING OPTIONS:
CONC, RURAL, ELEV,
DEFAULT

Conc.Max. (ug/m3)

MODELER:
Eixo Horiz. x (m)
Eixo Vert. y (m)



6. MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR

O Programa de Monitoramento da Qualidade do Ar para a Região de Candiota para o Cenário de 2.004 será baseado nas informações levantadas nos itens anteriores e nas recomendações do Banco Mundial (World Bank), utilizando a referência daquela entidade financiadora: "Thermal Power - Guidelines for New Plants, Pollution Prevention and Abatement Handbook".

Para o monitoramento da qualidade do ar pelas usinas termelétricas utilizando carvão mineral, como o da Região de Candiota, a referência do Banco Mundial recomenda as seguintes providências e parâmetros, como base para o estudo ambiental:

- aplicação de modelo de dispersão e qualidade do ar adequado para estimar os impactos (contribuições) dos poluentes emitidos sobre a qualidade do ar na área de influência;
- poluentes tradicionais a serem estudados: material particulado (partículas em suspensão), dióxido de enxofre e óxidos de nitrogênio;
- outros poluentes atmosféricos a serem estudados: metais pesados e "chuvas ácidas";
- sistema de monitoramento automático e contínuo da qualidade do ar para: partículas em suspensão, dióxido de enxofre e óxidos de nitrogênio, em pontos e locais onde se prevê as máximas concentrações/impactos e/ou em receptores sensíveis, como áreas de proteção, áreas urbanas, comunidades, etc.

As estações e coletores manuais para avaliação de poluentes gasosos, como o SO₂ e NO₂ possuem limite de detecção inferior relativamente alto; assim, o método da pararossanilina para SO₂, apresenta limite inferior de 13 µg/m³ (cerca de 37 ppb), ao



passo que o método do peróxido de hidrogênio, também para SO₂, apresenta limite de detecção de 26 µg/m³ (cerca de 74 ppb).

Em contrapartida, as estações automáticas/contínuas, para a avaliação de poluentes gasosos, como SO₂ e NO₂, possuem limite de detecção inferior menor do que 1 ppb.

Seleção dos pontos e locais das Estações de Monitoramento

A seleção dos pontos e locais das estações de monitoramento da qualidade do ar será função das seguintes considerações:

- a) as emissões potenciais de poluentes do ar das usinas termelétricas de Candiota são relativamente altas;
- b) a área de influência, considerando o raio de 50 km à partir das UTE's de Candiota, possui poucas atividades industriais, baixa densidade populacional e é caracterizada pela predominância de vegetação tipo gramíneas e atividade agropecuária, com razoável fauna nativa - aérea e terrestre - em convivência;
- c) resultados do estudo de dispersão de poluentes para o cenário de 2.004 (vide item 3.5);
- d) ação dos ventos predominantes "indo para" as direções sul (S), oeste (W) e norte (N);
- e) quadro de estações de monitoramento existentes hoje.

Apresenta-se à seguir os pontos e locais de monitoramento da qualidade do ar integrantes do Programa de Monitoramento, objeto deste estudo, selecionados conforme as considerações acima relacionadas.

A) Estação Aeroporto (existente)

Será mantida, tendo em vista sua localização adequada, distante aproximadamente 6,4 km das UTE's, na direção NNW, que compreende quadrante da direção predominante dos ventos.



Esta estação recebe as contribuições/impactos máximos de poluentes para os ventos indo para a direção NNW, que monitora a qualidade do ar da comunidade da Vila Operária próxima e da vegetação do entorno.

B) Estação Candiota III (nova)

Recomenda-se realocar a estação de monitoramento Candiota III para o município de Candiota, visando monitorar a qualidade do ar da comunidade local. Esta estação dista aproximadamente 4 km das UTE's, na direção oeste (W), pertencendo a quadrante da direção predominante dos ventos.

A localização aproximada da nova Estação Candiota é recomendada para as coordenadas: X= 241.650 e Y= 6506.700.

C) Estação Fazenda Três Lagoas (existente)

Em função de sua adequada localização, recomenda-se sua manutenção; dista aproximadamente, 6 km das UTE's, na direção SW, posicionando-se em quadrante da direção predominante dos ventos.

Esta estação recebe contribuições de concentrações máximas dos poluentes para os ventos indo para a direção SW, monitorando a qualidade do ar das fazendas típicas da região, sua fauna e flora.

D) Estação ACEGUÁ (nova)

Recomenda-se realocar a atual estação de Aceguá - posicionada no Quarentenário de gado local - para uma posição "mais aberta", que permita visibilidade direta das UTE's de Candiota, de modo a monitorar a qualidade do ar que chega em Aceguá, divisa com o Uruguai.

Esta estação recebe contribuições de concentrações-impacto relativamente baixos, ao nível do solo, dos poluentes vindos para a direção SW, em relação às UTE's, devido a sua relativamente longa distância (57 km) das mesmas.



E) Estação Serra do Veleda (nova)

Recomenda-se a implantação desta nova estação, na Serra do Veleda, visando monitorar a qualidade do ar em termos de "background" (branco), na maior parte do tempo, ou monitorar as concentrações máximas (impactos) de poluentes do ar que resultam do transporte e dispersão provocado pelos ventos "indo para" leste, em relação às UTE's, na condição atmosférica estável.

A Serra do Veleda apresenta a vegetação do tipo gramínea, típica da região, em solo ralo, com distância aproximada de 17 km das usinas termelétricas de Candiota.

A localização aproximada desta nova estação será na Serra do Veleda nas coordenadas aproximadas: X= 262.000 e Y= 6506.000, altitude de 400 m.

Parâmetros a serem monitorados

O sistema de monitoramento existente vem avaliando basicamente o dióxido de enxofre (SO_2) em todas as estações da CGTEE, e os parâmetros como óxidos de nitrogênio (NO_x) e partículas totais em suspensão (PTS), deposição seca/úmida (chuva ácida) em algumas estações.

Os estudos de dispersão de poluentes atmosféricos realizados no EIA-RIMA de Candiota III mostram que os parâmetros (SO_2) e (NO_x) contribuem significativamente na qualidade do ar da área de influência.

Os parâmetros metais pesados contido nas partículas totais em suspensão (PTS) necessitam ser monitorados, visando conhecer sua composição e a evolução destes poluentes na qualidade do ar na área de influência.

Deposição de enxofre e nitrogênio (chuva ácida) estão associados com o transporte à longa distância dos aerossóis ácidos formados na atmosfera (ácidos sulfúrico, nítrico e clorídrico, sulfatos, nitratos, etc).

As chuvas contribuem na deposição úmida (wet), ocasionando a infiltração destas substâncias ácidas nos solos, nos lençóis freáticos e nos corpos receptores. Os efeitos da chuva ácida na vegetação ao longo do tempo, podem causar danos e/ou



doenças patológicas, sendo que os efeitos nos solos resultam na lixiviação de nutrientes, com suas conseqüências.

Face às considerações apresentadas, recomenda-se as seguintes avaliações de poluentes e parâmetros nas estações descritas no item 4.1, conforme sintetizado na Tabela 4.2-1.

Poluentes e parâmetros a serem avaliados:

Estação	Monitor Contínuo		Metais (a)	Chuva Ácida	Meteorologia.
	SO ₂	NO _x	PTS	(c)	(b)
Aeroporto	x	x	x	x	x
Candiota	x	x	x	-	-
Três Lagoas	x	x	x	-	-
Aceguá	x	x	x	x	-
Serra do Veleda	x	x	x	-	-

- NOTAS:
- Os parâmetros e devem ser monitorados por estação automática em função do limite de detecção ser relativamente baixo;
 - (a) análise de metais em filtro de coleta de amostrador de Grandes Volumes (Hi-Vol), com frequências de 6 em 6 dias;
 - b) parâmetros: direção e velocidade dos ventos, temperatura, pressão barométrica, radiação solar, umidade relativa e pluviometria;
 - c) coleta automática de deposição seca/úmida.

Metais e PTS

A realização de coleta de partículas totais em suspensão utilizando amostrador de grandes volumes (Hi-Vol) para análise de metais e metais pesados, deve ser implementada sem deixar de avaliar as partículas em suspensão (PTS).

SO₂ e No_x

Os monitores contínuos de SO₂ e No_x devem apresentar os resultados conforme a Tabela 4.2-2, para melhor interpretação.

Tabela 4.2-2: Apresentação dos resultados

Tabelas e Gráficos		SO ₂	No _x
1 hora	máximo	x	x



	mínimo	x	x
	média (a)	x	x
24 horas	máximo	x	x
	mínimo	x	x
	média (a)	x	x
1 ano	média	x	x

NOTA: - (a) média referente ao mês de avaliação.

Chuva Ácida

O monitoramento de chuva ácida deve ser realizado de acordo com a sistemática/metodologia discutidas e aceitas pelos órgãos de controle ambiental, em vista da inexistência de normas técnicas em nível nacional. Neste campo, pesquisas específicas, com duração determinada, devem ser apoiadas e seus resultados incorporados às informações levantadas pela rede de monitoramento, tendo o cuidado de armazenar os resultados obtidos, em separado.

Meteorologia

Os parâmetros meteorológicos devem ser arquivados e registrados nos arquivos de computador através de software específico, de modo que resultem nas seguintes formatações:

- Dados horários:

- direção e velocidade dos ventos,
- estabilidade atmosférica, calculada por desvio padrão da direção dos ventos,
- temperatura do ar ambiente,
- pressão barométrica,
- radiação solar,
- umidade relativa do ar.

- Dados diários e mensais:

- precipitação pluviométrica.

Os resultados horários de meteorologia devem ser formatados e/ou processados por software para elaboração de.

- rosa dos ventos: mensal, trimestral e anual;



- dados meteorológicos para aplicação em estudos de dispersão de poluentes atmosféricos

Outras providências

Deve ser providenciado sistema de apoio à rede de monitoramento da qualidade do ar, com base nos seguintes tópicos:

- estação móvel,
- radar acústico,
- modelo de dispersão,
- veículo .

• Estação Móvel

Consiste em equipamentos de monitoramento da qualidade do ar, coleta de chuva ácida e meteorologia, para a realização de campanhas temporárias de avaliação da qualidade do ar, em locais onde os estudos de dispersão ou outros estudos mais complexos, determinam esta necessidade. Deve ser composta pelos seguintes monitores/equipamentos:

- monitor contínuo para SO_2 e NO_x ;
- amostrador de grandes volumes (Hi-Vol);
- amostrador de Partículas Inaláveis (PM-10);
- coletor automático de chuva ácida;
- estação meteorológica portátil com os seguintes parâmetros: direção e velocidade do vento, temperatura, radiação solar, pluviômetro e pressão barométrica;
- gerador de energia elétrica.

• Radar Acústico

Recomenda-se a implantação de radar acústico, junto à Estação Aeroporto, para o estudo adequado da atmosfera na área de influência, de modo a permitir avaliações de altura da camada de mistura, temperatura vertical da atmosfera, velocidade dos ventos em diversos níveis de altitude, etc. Altura de resolução: acima de 1.200 m.



• Modelo de Dispersão

Recomenda-se a implantação de modelo de dispersão (software) para estimar e validar os níveis de concentração (contribuições) de poluentes na atmosfera da área de influência.

A delimitação das características deste software deve ser estabelecida em conjunto com a FEPAM.

• Veículo

As visitas em campo mostraram as condições, muitas vezes difíceis de acesso aos pontos e locais definidos pelos estudos de dispersão, ou para acesso às estações atuais de monitoramento, em termos de qualidade das vias de deslocamento. Estas vias constituem-se, normalmente em caminhos mais adequados à tração animal. Este programa recomenda a alocação de veículo adequado, exclusivo, para dar conta destes deslocamentos.

RESUMO DO PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR

Com base no levantamento em campo, no estudo de dispersão realizado para o cenário de 2.004, nas informações disponíveis, trazidas pela CGTEE, FEPAM e JICA e nas recomendações do Banco Mundial, foram avaliadas as condições do sistema de monitoramento da qualidade do ar e meteorologia da região de Candiota e proposto o presente programa.

Verificou-se a necessidade de manter duas das estações da CTEE (Aeroporto e Três Lagoas), de realocar as estações de monitoramento Candiota III e Aceguá, bem como instalar nova estação na Serra do Veleda.

Com relação aos parâmetros a serem monitorados, este estudo recomendou sua ampliação, conforme recomendado pela Tabela 4.2-1, recomendando também a aquisição de estação móvel, para estudos específicos e temporários.



A aquisição recomendada de um radar acústico dará maior segurança na qualidade e disponibilidade de informações meteorológicas específicas, que se justificam na região de Candiota, em razão do nível das emissões geradas pelo complexo termelétrico, hoje e no futuro, e em função das características de seu lançamento na atmosfera: chaminés elevadas, lançando plumas quentes e de grandes vazões, que tendem a subir em níveis onde as medições das torres convencionais de meteorologia perdem a confiabilidade. Este fato é essencial quando lidamos com modelos de dispersão.

A implementação do monitoramento de chuvas ácidas e aquisição de modelo de dispersão devem se dar em concordância com metodologia a ser definida com a FEPAM. As pesquisas específicas de deposição ácida na região devem ser apoiadas e incentivadas, gerando informação adicional de monitoramento.

O programa proposto pode ser implementado em 01 ou 02 anos, sem pesados impactos financeiros à CGTEE, exigindo a continuidade e dedicação que, verificamos in loco, já existe e deve ser incentivada.

