

RELATÓRIO

CONSÓRCIO INTERGEN/CPFL/SHELL

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL

Usina de Geração de Energia
UGE Carioba II

Processo SMA 13.545/2000

Relatório de Complementações

RELATÓRIO

CONSÓRCIO INTERGEN / CPFL / SHELL

Estudo de Impacto Ambiental

*Usina de Geração de Energia
UGE Carioba II*

Processo SMA 13.545/2000

Relatório de Complementações

Agosto, 2.001

Referência: WO A160/01.03

Para e em nome de:
ERM Alpha Ltda.

Aprovado por: Aldérico Marchi

Assinatura: _____

Cargo: Diretor do Projeto

Data: Agosto de 2.001

ÍNDICE		PÁG
1.0	INTRODUÇÃO	3
2.0	OBJETIVO	5
3.0	DESCRIÇÃO TÉCNICA	5
3.1	CONDENSADOR A AR	6
3.2	CONFIGURAÇÃO E ARRANJO GERAL	6
3.3	PROCESSO DE GERAÇÃO DE ELETRICIDADE	7
3.4	USOS DE ÁGUA	12
3.5	EMISSIONES	15
4.0	AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS	17
4.1	MEIO FÍSICO	19
4.2	MEIO BIÓTICO	36
5.0	CONSIDERAÇÕES FINAIS	38
5.1	INTRODUÇÃO	38
5.2	AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS	45
5.3	CONCLUSÕES	47
5.4	PROGRAMAS AMBIENTAIS	48

TABELAS

TABELA 3.1	ESTIMATIVA DA QUANTIDADE DE PRODUTOS QUÍMICOS UTILIZADOS NO SISTEMA DE TRATAMENTO DE ÁGUA	15
TABELA 4.1	IMPACTOS POTENCIAIS DA ETAPA DE OPERAÇÃO	18
TABELA 4.2	CARACTERÍSTICAS ESTIMADAS PARA O EFLUENTE DA UGE COM CAPTAÇÃO NO RIO PIRACICABA	30
TABELA 4.3	VALORES DE CONCENTRAÇÃO DE PARÂMETROS OBSERVADOS EM CARIوبا E INFLUÊNCIA DA UGE CARIوبا NO RIO PIRACICABA	33
TABELA 5.1	IMPACTOS POTENCIAIS DA ETAPA DE IMPLANTAÇÃO E OPERAÇÃO DO TRAMO DO GASODUTO	39
TABELA 5.2	IMPACTOS POTENCIAIS DA ETAPA DE IMPLANTAÇÃO - USINA	40
TABELA 5.3	IMPACTOS POTENCIAIS DA ETAPA DE OPERAÇÃO - USINA	43
TABELA 5.4	QUADRO COMPARATIVO DE IMPACTOS ENTRE A SITUAÇÃO DE TORRE ÚMIDA E CONDENSADOR A AR	46
TABELA 5.5	SÍNTESE DOS PROGRAMAS AMBIENTAIS E SEUS CUSTOS	49

FIGURAS

FIGURA 3.1	DESCRIÇÃO ESQUEMÁTICA DO FUNCIONAMENTO DE UM CONDENSADOR A AR	6
FIGURA 3.2	DESCRIÇÃO EM PERSPECTIVA DE MODELO DE UM CONDENSADOR A AR	7
FIGURA 3.3	SIMULAÇÃO DE INSERÇÃO DA UGE CARIوبا II NA PAISAGEM LOCAL	8
FIGURA 3.4	LAY OUT DE LOCALIZAÇÃO E TRAÇADO DOS DUTOS DE CAPTAÇÃO E DESCARTE DA UGE CARIوبا II	9
FIGURA 3.5	ARRANJO DOS EQUIPAMENTOS – DETALHE	10
FIGURA 3.6	DIAGRAMA DE BALANÇOS DE MASSA E TÉRMICO DE 1 (UM) MÓDULO DA UGE CARIوبا II	11
FIGURA 3.7	BALANÇO DE ÁGUA E EFLUENTES COM QUATRO MÓDULOS (1x1x1) DE CICLO COMBINADO	13
FIGURA 4.1	ESQUEMA DE CAPTAÇÃO E DESCARGA DA UGE CARIوبا II	19
FIGURA 4.2	CURVA DE COTA VERSUS VOLUME ARMAZENADO	23
FIGURA 4.3	CURVAS CARACTERÍSTICAS DE VAZÃO NO RIO PIRACICABA (EM ARTEMIS) E A OPERAÇÃO DO RESERVATÓRIO PARA REGULARIZAÇÃO DE VAZÃO	25

ANEXOS

ANEXO 1	ESTIMATIVA E AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE FORMAÇÃO DE OZÔNIO OCASIONADO PELAS EMISSÕES DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS DA USINA TERMOELÉTRICA CARIوبا II
ANEXO 2	CORRESPONDÊNCIAS DA INTERGEN E DA GENERAL ELETRIC ENCAMINHADAS À CETESB
ANEXO 3	TESTES DE PERFORMANCE CERTIFICADOS PELA AGÊNCIA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DO ESTADO DA FLÓRIDA – USA
ANEXO 4	RELATÓRIO DA URS: ANALYSIS OF POTENTIAL OZONE GENERATION FROM THE CARIوبا POWER PROJECT

Desde março de 2000, quando o Relatório Ambiental Preliminar – RAP da UGE Carioba II foi apresentado à Secretaria Estadual de Meio Ambiente de São Paulo– SMA, o Consórcio InterGen / CPFL / Shell tem procurado manter uma discussão objetiva e transparente do projeto com a sociedade local. Com este intuito foi montado o Conselho Consultivo, com a participação de aproximadamente 60 entidades representativas da sociedade local e da região, onde o projeto foi discutido em detalhes e onde nasceram várias alternativas para o projeto, tais como as medidas mitigadoras e compensatórias para a questão da água e do ar.

Neste período, paralelamente ao processo em trâmite na SMA, o Consórcio InterGen / CPFL / Shell apresentou e discutiu o projeto em mais de 200 reuniões com entidades representativas da região, em eventos abertos ao público e divulgados na mídia local. Esta constante interação entre a equipe do projeto e a região tem sido um dos pontos de maior destaque neste processo de licenciamento, com significativos ganhos para o projeto e para a sociedade local.

O projeto proposto pelo Consórcio InterGen / CPFL / Shell no documento do EIA-RIMA entregue na SMA, em 22 de fevereiro de 2001 incluiu muitas das sugestões feitas pela sociedade. O conjunto de medidas mitigadoras e compensatórias propostas garantiu um balanço ambiental positivo para região de Americana.

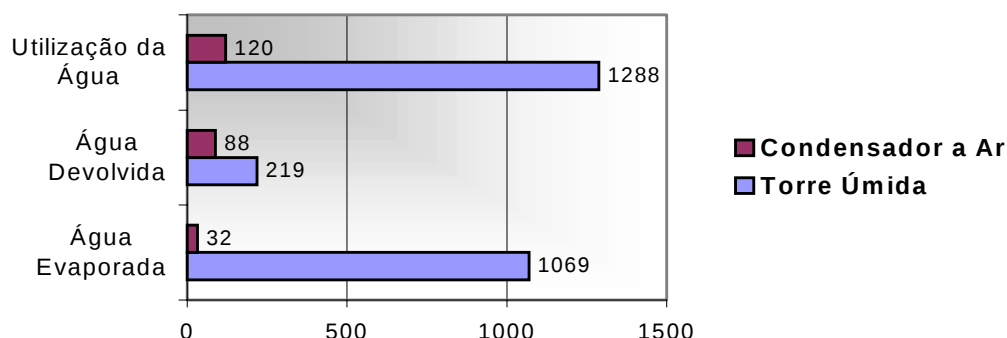
A questão da água sempre foi tratada pelo Consórcio InterGen / CPFL / Shell como prioridade, dadas as características da região. Deste modo, o projeto garantia um balanço positivo, tanto na qualidade como na quantidade, por meio da utilização dos efluentes da ETE de Americana para resfriamento, além da utilização de Salto Grande como barragem de regulação, e de investimentos em Programas do Comitê de Bacias do Piracicaba, Jundiá e Capivari, para o aumento de disponibilidade hídrica na bacia.

Após a realização de três Audiências Públicas, que ocorreram no final de maio e início de junho de 2001, bem como de reuniões com o Departamento de Avaliação de Impacto Ambiental (DAIA) da Secretaria do Meio Ambiente (SMA), o Consórcio InterGen / CPFL / Shell decidiu estudar alternativas para a questão da água do projeto da UGE Carioba II, atendendo assim aos questionamentos da sociedade.

Este documento representa um adendo ao EIA / RIMA apresentado à SMA em 22 / 02 / 2001, processo SMA 13.545 / 2000, alterando a proposição inicial de Torre Úmida para Condensador a Ar, como alternativa tecnológica para o sistema de resfriamento do empreendimento.

Esta modificação representa uma significativa diminuição da necessidade de água para o projeto da média de 1.288 m³ / h para 120 m³ / h, no máximo, sendo que o uso consuntivo (perda de água no processo), que foi o maior questionamento levantado sobre o projeto, será reduzido de 1.069 m³ / h em média para 32 m³ / h, no máximo.

Utilização da Água em Carioba II Torre Úmida x Condensador a Ar



A utilização de Condensador a Ar na UGE Carioba II implica em uma redução do valor presente do projeto, da ordem de US\$50 milhões, correspondentes ao aumento do investimento inicial, dos custos de operação e manutenção, assim como da diminuição da capacidade líquida de geração, e da perda de eficiência durante todo o período de operação da usina.

Adicionalmente será reduzida a quantidade de produtos químicos necessários para tratamento de água, bem como haverá redução na geração de lodo no processo, devido à melhor qualidade e menor quantidade de água de captação.

Com relação a questão do ar, as turbinas já adquiridas da General Electric, para este projeto possuem garantia do fabricante para emissões de NOx de 9ppm, sendo a turbina a gás de menor nível de emissão disponível para instalação no Brasil, até o momento, como pode ser atestado no Anexo 2. Consequentemente, mesmo com a operação eventual da usina em regime de máxima capacidade, quando haverá queima adicional de gás nas caldeiras de recuperação, o valor total de emissão de NOx ainda será inferior a 15 ppm. No entanto, adotando uma posição conservadora, ou seja, a favor da segurança, nas simulações do modelo de dispersão foi utilizado o valor de 15 ppm.

O balanço positivo na questão do ar era e permanecerá garantido pela diminuição da concentração de SOx e material particulado com a paralisação da Usina Termelétrica de Carioba I.

Visando complementar os requisitos do Termo de Referência – TR para elaboração do EIA/RIMA, na questão de qualidade de ar, estão sendo apresentados os resultados do estudo: “Estimativa e Avaliação do Potencial de Formação de Ozônio, ocasionado pelas emissões de Poluentes Atmosféricos da Usina Termoelétrica Carioba II”, cuja avaliação complementa o quadro de impactos deste empreendimento.

Adicionalmente são apresentando no Anexo 2 (Correspondências da InterGen e da General Eletric encaminhadas à CETESB), no Anexo 3 alguns resultados de testes de performance realizados em equipamentos similares aos que serão utilizados na UGE Carioba II, e no Anexo IV o relatório original da URS sobre a Formação do Ozônio, conforme solicitado no Termo de Referência da SMA.

Desta forma, esta complementação procura suprir a SMA de informações suficientes para uma avaliação sobre a viabilidade ambiental do projeto da UGE Carioba II, em Americana.

2.0

OBJETIVO

Esta complementação ao Estudo de Impacto Ambiental da UGE Carioba II visa apresentar a alternativa tecnológica de Condensador a Ar para o sistema de resfriamento da usina. Esta alternativa vai ao encontro das preocupações com relação aos aspectos hídricos da bacia do rio Piracicaba, e das aspirações das entidades representativas da comunidade local.

É importante ressaltar que esta alternativa tecnológica implica em redução de capacidade de geração de energia elétrica de aproximadamente 3%, em relação à proposição anterior, e em um custo maior de projeto, mantendo-se o mesmo nível de consumo de gás, e consequentemente das emissões atmosféricas.

Com base nestas informações, no presente estudo são detalhados a descrição do Condensador a Ar e os impactos desta mudança sobre os recursos hídricos, além de incluir a reavaliação dos impactos globais do projeto. Consequentemente, é revisto o conjunto de medidas mitigadoras e compensatórias propostas anteriormente, de acordo com os novos níveis de impacto. Este documento não segue a mesma estrutura do EIA apresentado, porém as informações estão de acordo com o solicitado no Termo de Referência para o EIA / RIMA.

3.0

DESCRIÇÃO TÉCNICA

Os dados básicos do projeto não foram alterados, mantendo-se os mesmos sistemas mecânicos e elétricos apresentados no EIA.

As alterações do projeto básico que ocorrerão estão associadas à substituição da Torre Úmida para Condensador a Ar. Com o uso deste equipamento, haverá uma redução significativa na necessidade de água para a usina. Esta modificação, entretanto, não implicará em aumento do nível total de ruído emitido pela usina, como apontado anteriormente. Portanto, as principais alterações ocorrerão no Sistema de Resfriamento, no Sistema de Tratamento de Água, e no Sistema de Tratamento de Efluentes.

Sistema de Tratamento de Água: a água para os usos diversos da UGE Carioba II será captada no rio Piracicaba, e passará por diversos tratamentos, dependendo do seu uso final. Basicamente, será feito um tratamento físico-químico para adequá-la às necessidades da usina.

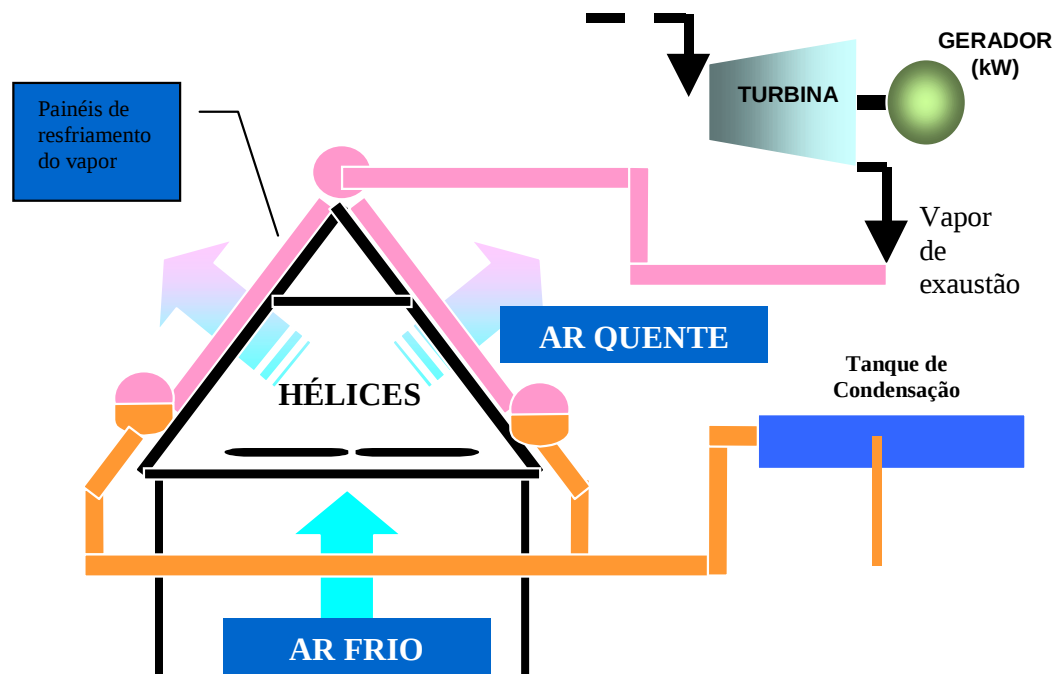
Sistemas de Tratamento de Efluentes: os efluentes resultarão de diversas fontes, como resíduos do sistema de tratamento, lavagens de pisos e equipamentos, purga do condensador, purga da caldeira de recuperação, e

esgotos sanitários. Alguns destes efluentes passarão por tratamento prévio, sendo que todos os efluentes serão descartados conforme a legislação vigente, conforme detalhado no item 3.5.1.

3.1 **CONDENSADOR A AR**

O Condensador a Ar é um sistema fechado onde o vapor de água é condensado dentro de tubos do trocador de calor, como resultado do fluxo de ar frio que circula por sua fina superfície. Como a condensação do vapor é resultado da troca de calor somente com o ar circulante, nenhuma água é consumida, sendo que, deste modo, não é gerada qualquer pluma. Abaixo é apresentado um desenho esquemático do Condensador a Ar.

Figura 3.1 *Descrição Esquemática do Funcionamento de um Condensador a Ar*

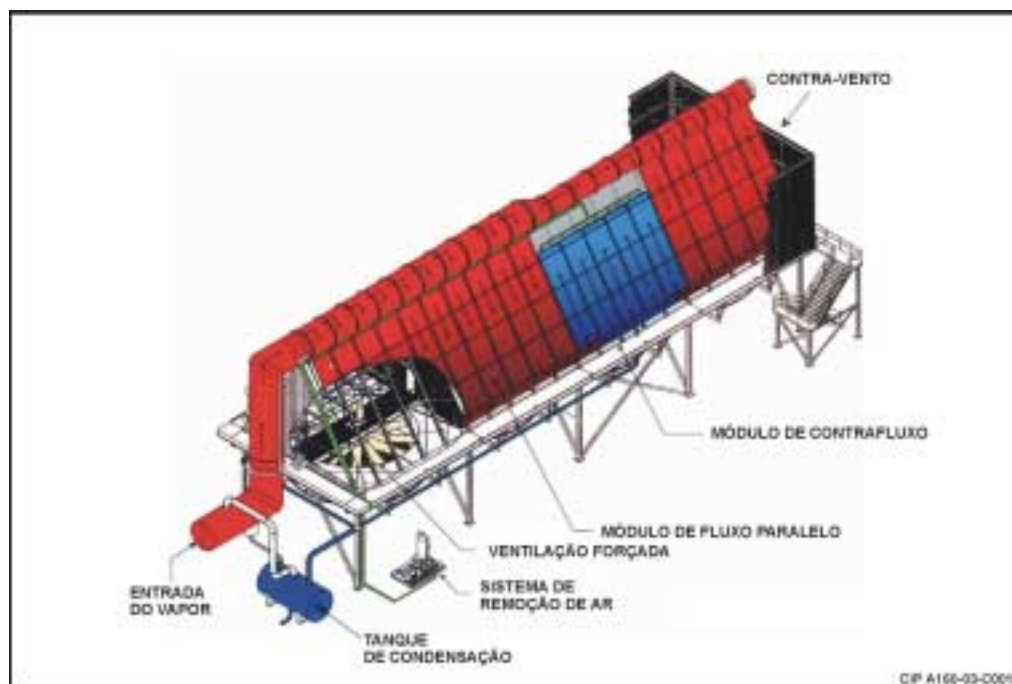


Na Figura 3.2 podem ser visualizados os principais equipamentos que compõem um sistema de refrigeração por Condensador a Ar.

3.2 **CONFIGURAÇÃO E ARRANJO GERAL**

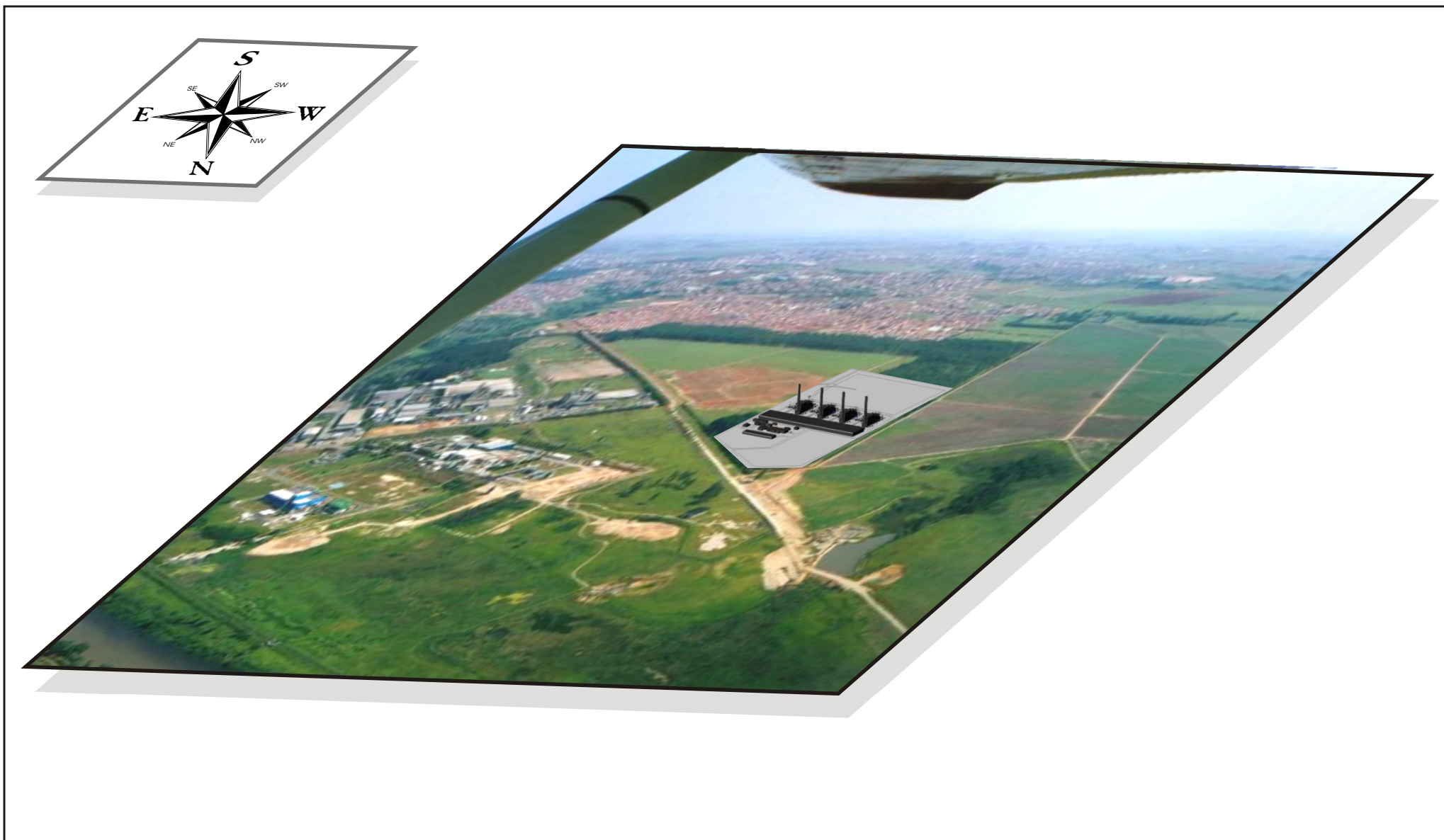
A configuração da usina com a adoção do Condensador a Ar pouco se alterará com relação à configuração original, conforme mostrado na Figura 3.3. A área total prevista a ser ocupada pela usina é de aproximadamente 80.000 m², sem incluir a subestação de energia, como mostrado nas Figuras 3.4 e 3.5.

Figura 3.2 **Descrição em Perspectiva de um Modelo de Condensador a Ar**

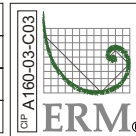


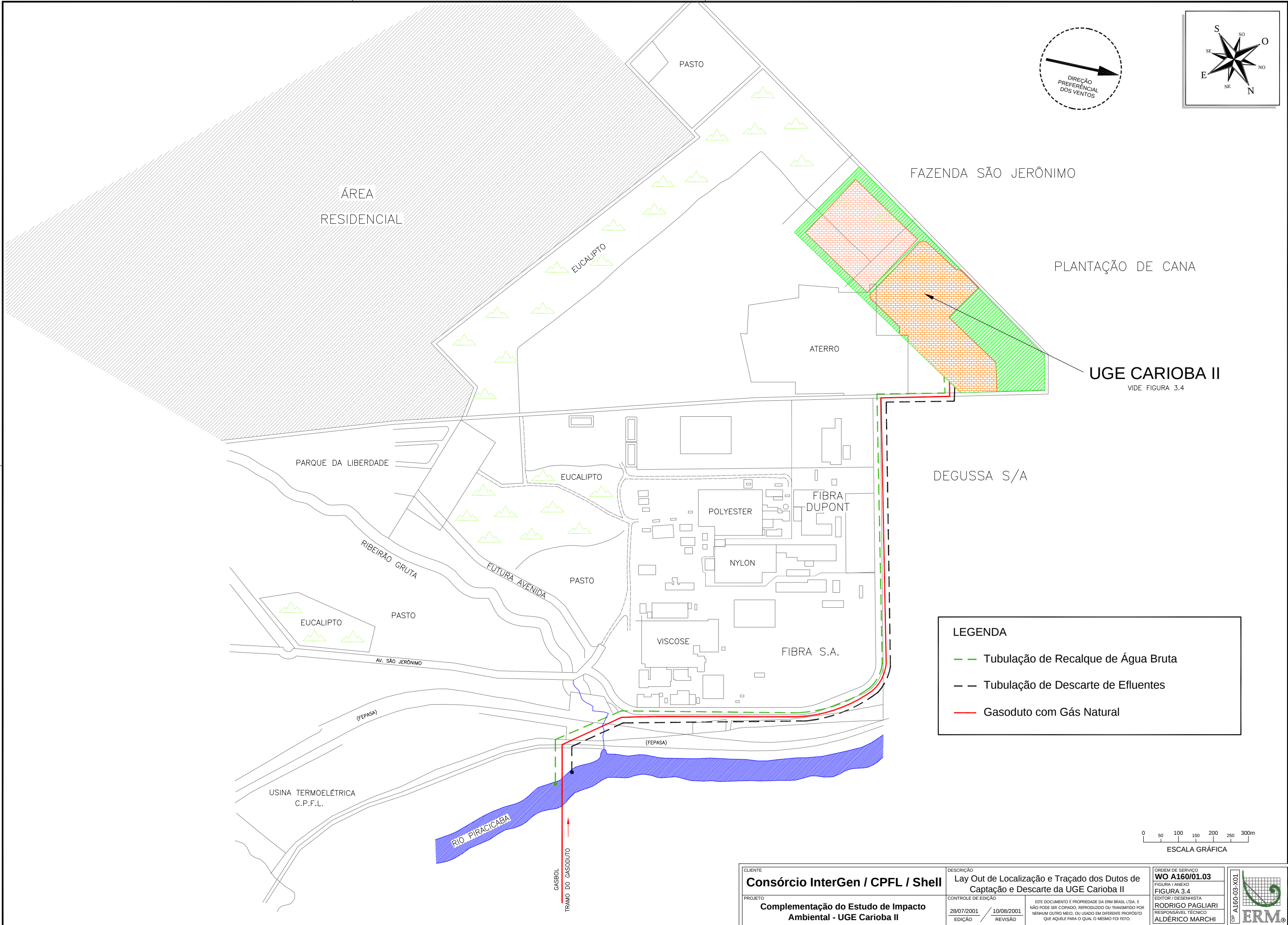
3.3 **PROCESSO DE GERAÇÃO DE ELETRICIDADE**

O processo de geração de energia será o mesmo daquele descrito no EIA, no entanto, devido à introdução do Condensador a Ar, haverá uma redução da capacidade de geração líquida para o mesmo consumo de combustível, de cerca de 3%. Os balanços térmicos e de massa para o novo processo de produção são apresentados nos fluxogramas da Figura 3.6.



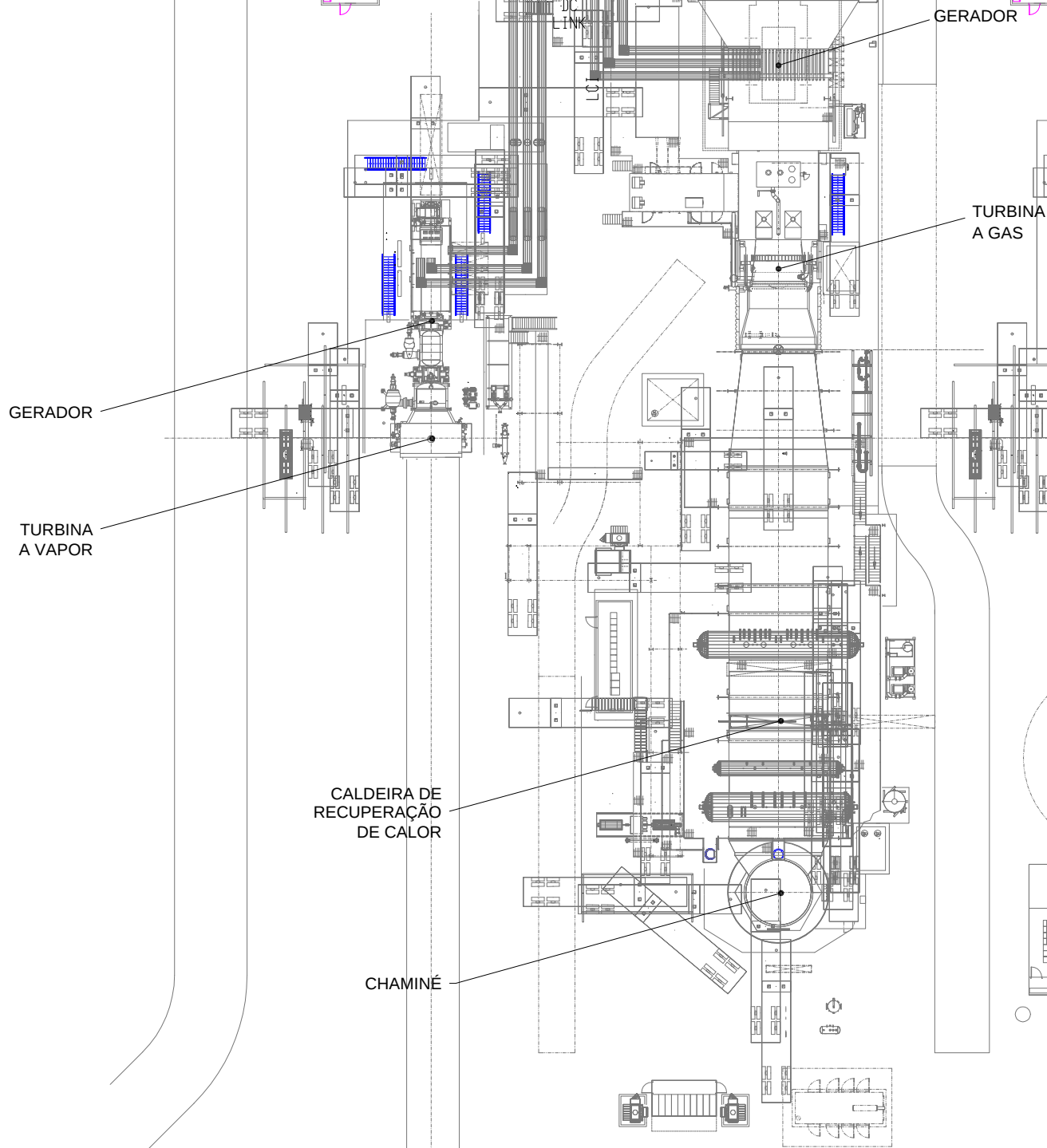
CLIENTE Consórcio CPFL / InterGen / Shell	DESCRIÇÃO Simulação de Inserção da UGE Carioba II na Paisagem Local	ORDEM DE SERVIÇO WO A160/01.03
PROJETO Complementação do Estudo de Impacto Ambiental - UGE Carioba II	CONTROLE DE EDIÇÃO 28/07/2001 EDIÇÃO 10/08/2001 REVISÃO ESTE DOCUMENTO É PROPRIEDADE DA ERM BRASIL LTDA. E NÃO PODE SER COPIADO, REPRODUZIDO OU TRANSMITIDO POR NENHUM OUTRO MEIO, OU USADO EM DIFERENTE PROPÓSITO QUE AQUELE PARA O QUAL O MESMO FOI FEITO.	FIGURA / ANEXO FIGURA 3.3 EDITOR / DESENHISTA RODRIGO PAGLIARI RESPONSÁVEL TÉCNICO ALDERICO MARCHI



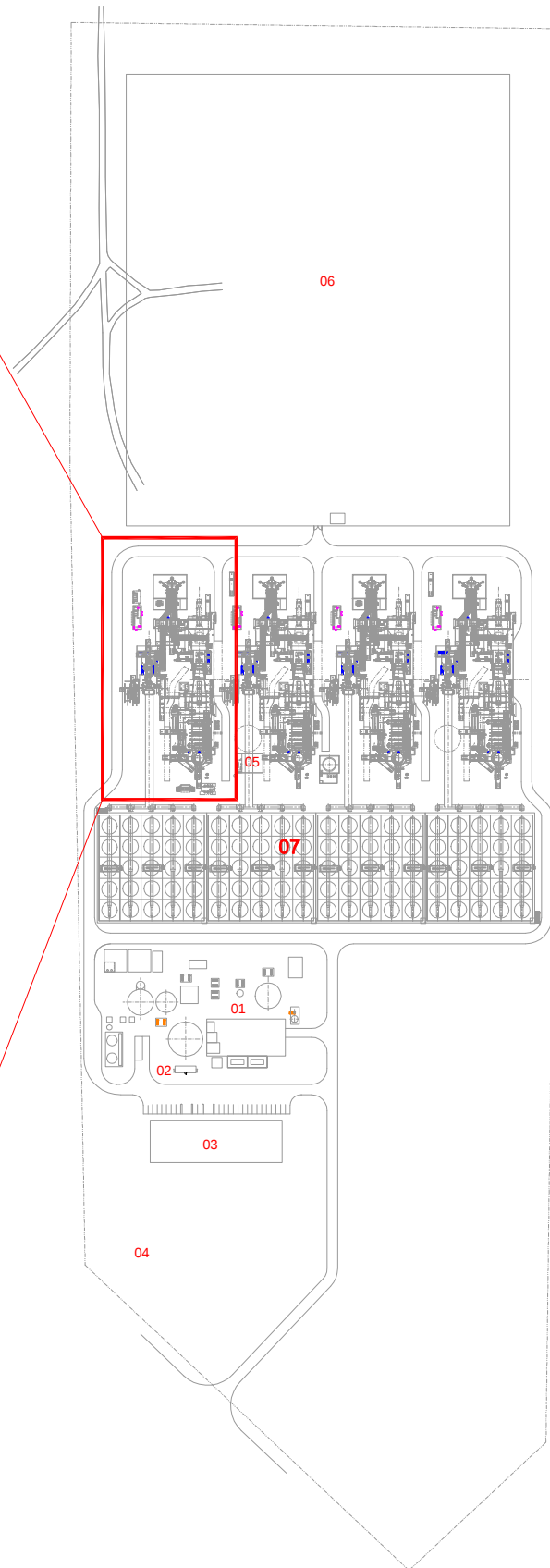
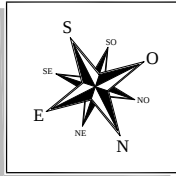


ARRANJO DE EQUIPAMENTOS

0 1,25 2,5 3,75 5m
ESCALA 1:250



LAY OUT GERAL



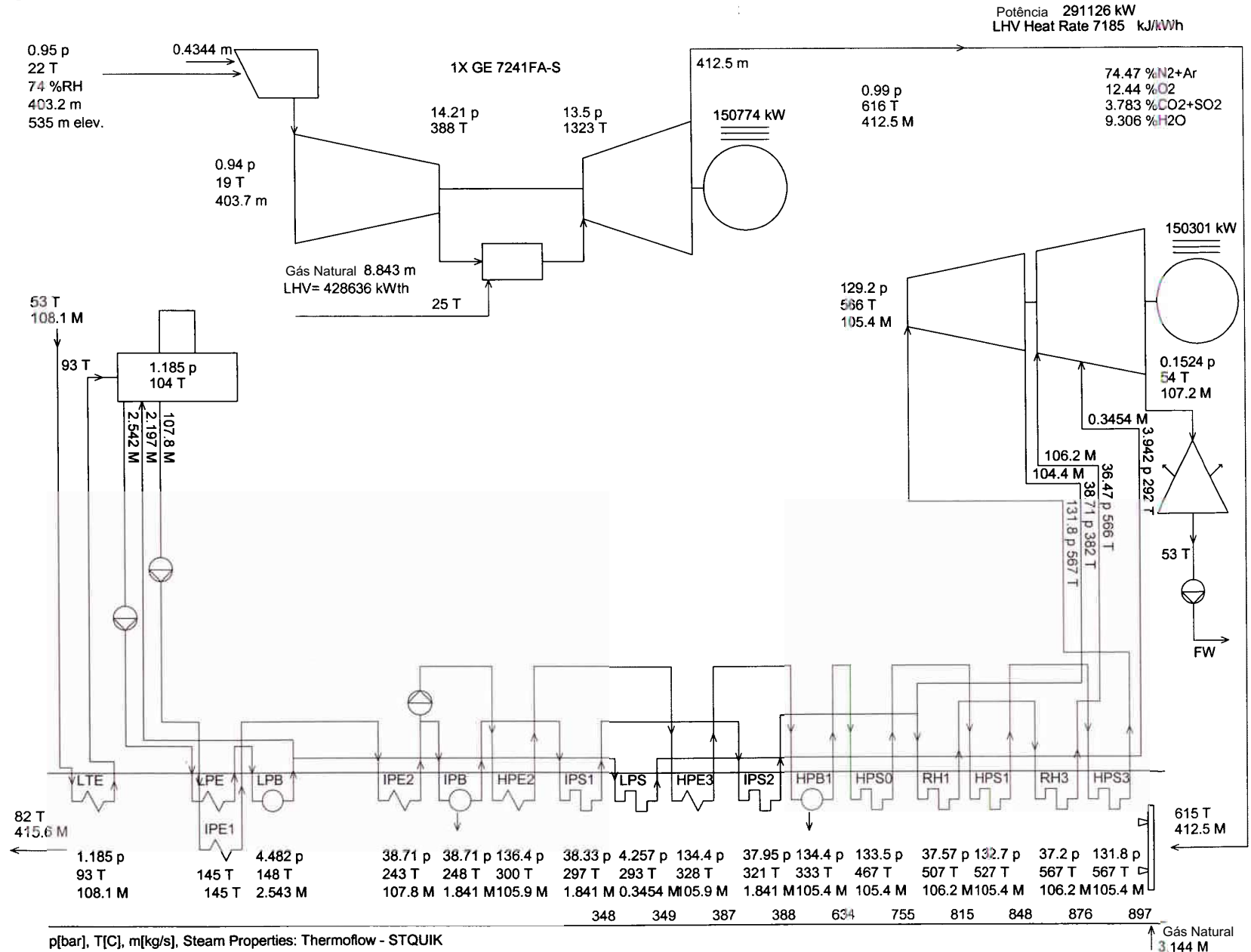
LEGENDA

- 01 - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA
- 02 - CASA DA BOMBA DE INCÊNDIO
- 03 - ADMINISTRAÇÃO / MANUTENÇÃO / ALMOXARIFADO
- 04 - ÁREA DE MEDIÇÃO DE GÁS
- 05 - EDIFÍCIO DE CONTROLE
- 06 - ÁREA DESTINADA A SUBESTAÇÃO (440 kV)
- 07 - CONDENSADORES A AR

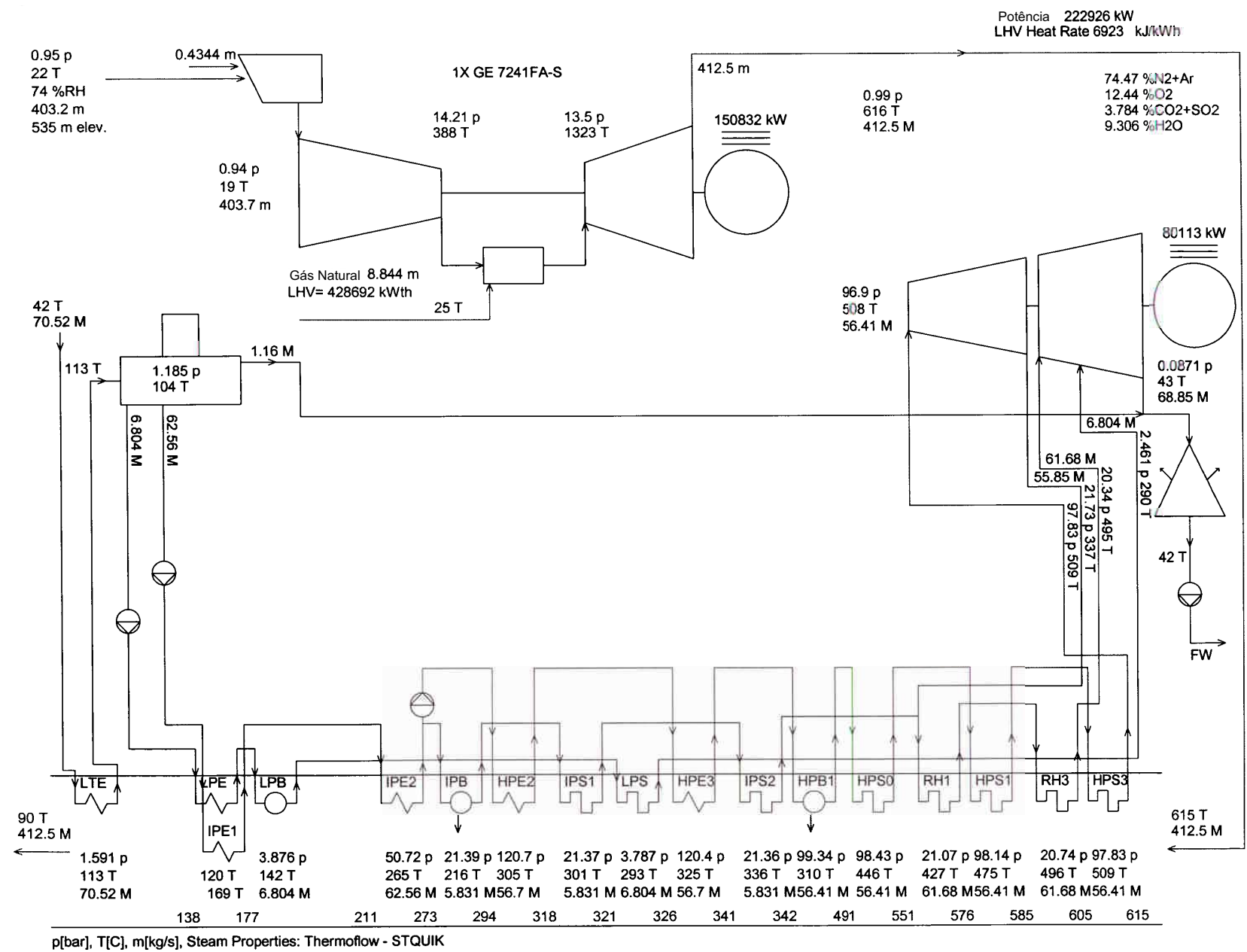
0 10 20 30 40 50 60m
ESCALA 1:4000

CLIENTE Consórcio CPFL / InterGen / Shell	DESCRIÇÃO Arranjo de Equipamentos - Detalhe	ORDEM DE SERVIÇO WO A160/01.03	
PROJETO Complementação do Estudo de Impacto Ambiental - UGE Carioba II	CONTROLE DE EDIÇÃO 08/08/2001 EDIÇÃO	FIGURA / ANEXO FIGURA 3.5	
	10/08/2001 REVISÃO	EDITOR / DESENHISTA RODRIGO PAGLIARI	
		RESPONSÁVEL TÉCNICO ALDÉRCIO MARCHI	
ESTE DOCUMENTO É PROPRIEDADE DA ERM BRASIL LTDA. E NÃO PODE SER COPIADO, REPRODUZIDO OU TRANSMITIDO POR NENHUM OUTRO MEIO, OU USADO EM DIFERENTE PROPÓSITO QUE AQUELE PARA O QUAL O MESMO FOI FEITO.			

OPERAÇÃO EM MÁXIMA CAPACIDADE



OPERAÇÃO EM CAPACIDADE NORMAL



A principal alteração decorrente da adoção do Condensador a Ar recairá sobre a demanda de água para a operação da Usina, a qual será reduzida drasticamente, conforme apresentado a seguir.

- ***Água para o Sistema Operacional da Usina***

Durante a operação da usina, a principal demanda de água será para a reposição de água para as caldeiras. A demanda máxima de água será de 120 m³/h. Com a utilização de Condensador a Ar, o consumo máximo efetivo de água, ou em outras palavras, a evaporação e perdas, será de 32 m³/h. O balanço hídrico nesta nova condição é apresentada na Figura 3.7.

3.4.1

Sistema de Tratamento de Água de Abastecimento

O sistema de tratamento de água será simplificado em função da captação de água do rio Piracicaba. As principais características deste sistema foram mantidas, sendo descritas a seguir.

- ***Captação de Água e Sistema de Tratamento de Água***

A água captada passará por um tratamento constituído de clarificador de contato e filtros. Na entrada do tratamento, serão adicionados coagulantes, polímeros para auxiliar na floculação e hipoclorito de sódio. A água filtrada será armazenada em um tanque.

Neste processo, há o descarte do lodo de tratamento, que passará por espessador e filtro prensa. Será adicionado hipoclorito, para desinfecção e oxidação dos orgânicos e metais neste pré-tratamento, coagulação com adição de um polímero catiônico, e floculação com polímero aniônico.

- ***Sistema de Água Desmineralizada***

A água desmineralizada será necessária para o ciclo de vapor e para a reposição no resfriador evaporativo. A água filtrada receberá tratamento adicional para adequá-la às caldeiras a vapor. Este tratamento consiste em um sistema de desmineralização, que consiste em um pré-tratamento com ultrafiltração e amaciantes. Esta água pré-tratada é encaminhada para o sistema de osmose reversa, recebendo polimento com eletrodeionização ou desmineralizadores com camadas mistas. Esta água será armazenada em tanque específico.

O sistema de osmose reversa será projetado para operar automaticamente (*On/Off*), abastecendo o tanque de armazenamento de água desmineralizada.

A água desmineralizada a ser usada como recuperação no ciclo de vapor deverá atender os seguintes parâmetros de qualidade: sílica (SiO_2) <0.01 ppm e condutividade <0.1 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25 °C. A água produzida no sistema de desmineralização será armazenada em tanque de aço carbono revestido, que também servirá como um tanque de condensado.

3.4.2

Insumos Químicos para o Tratamento de Água

A Tabela 3.1 apresenta os insumos químicos utilizados no sistema de tratamento de água, com base na qualidade de água do rio Piracicaba, para a sua adequação ao uso pela UGE Carioba II e para o tratamento do efluente final. Deve-se ressaltar que, com a utilização de Condensador a Ar, a quantidade de produtos químicos estimados para uso na usina foi significativamente reduzida com relação à configuração anterior, em função da melhor qualidade da água e menor quantidade captada.

Tabela 3.1 – Estimativa da Quantidade de Produtos Químicos Utilizados no Sistema de Tratamento de Água

Descrição do Sistema	Produto	ppm	Armazenamento	kg/ano	litros/dia	litros/ano
Caldeira	HP2100	0,5	Semi-Granel	7.344	18,6	6.805
	HP3100	0,5	Semi-Granel	7.344	18,6	6.805
	CorTrol OS5607	0,8	Semi-Granel	11.751	31,5	11.509
	Steamate NA0540	0,5	Semi-Granel	7.344	20,4	7.419
Sistema de Resfriamento Fechado	CorrShield MD4100	3000	Semi-Granel	1.378	3,1	1.150
Sistema de Clarificação	Polyfloc AE1115	1	Semi-Granel	797	2,0	730
	Alumínio 50%	60	Granel	47.830	77	28.105
	Hipoclorito de Sódio, 12%	10	Granel	71.672	181,7	66.313
Osmose Reversa	Hypersperse MDC150	5	Semi-Granel	1.691	4,6	1.691
	Cortrol IS 3000	3	Semi-Granel	1.015	2,7	1.015

Obs.: Estes produtos serão estocados em local apropriado e de acordo as normas de segurança em volume necessário para o atendimento da demanda da UGE por um período de um mês.

3.5

EMISSIONES

3.5.1

Caracterização dos Efluentes Líquidos Industriais e Domésticos

Os principais efluentes líquidos a serem gerados durante a etapa de operação do empreendimento são mostrados na Figura 3.7.

A vazão máxima de descarga da planta é estimada em 88 m³/h. Os efluentes são provenientes de diversas fontes como purga das caldeiras, dos efluentes do sistema de tratamento, e demais atividades.

O sistema de tratamento de efluentes para a usina será projetado para tratar as águas servidas dos tanques coletores e drenos de efluentes oleosos; efluente de eletrodeionização, resultante da osmose reversa; efluente do sistema de espessamento e desidratação de lodo; efluente líquido da operação da UGE e esgotos sanitários, que serão descartados no rio Piracicaba dentro dos padrões legais.

A purga do clarificador irá diretamente para o adensador de lodo, onde atingirá a consistência de 5% de sólidos (em peso). O lodo será desidratado em filtro prensa. O lodo será então encaminhado a um aterro sanitário ou destinado para compostagem e reuso, como adubo orgânico, dependendo de suas características. São esperados aproximadamente 545 kg/dia de lodo desidratado.

As águas dos drenos de equipamentos e pisos serão encaminhadas para um separador água/óleo, sendo posteriormente encaminhadas ao tanque de recolhimento dos efluentes. Para este tanque serão também encaminhados os efluentes da ultrafiltração, da osmose reversa, além das purgas das caldeira de recuperação e do sistema de resfriamento das turbinas. Os esgotos sanitários serão tratados por meio de um sistema de aeração prolongada. Os resíduos da lavagem das turbinas serão tratados com produtos biodegradáveis.

Os efluentes, após tratados, serão bombeados para o rio Piracicaba dentro dos padrões de emissão de efluentes (em conformidade com a Resolução CONAMA nº 20/86, Art. 21 e Decreto Estadual 8.468/76, Art. 18) e atendendo aos limites de classificação dos corpos d'água (Lei Estadual nº 997/76).

A avaliação de impactos ambientais foi direcionada para os fatores ambientais que sofreram alterações em função da mudança tecnológica proposta. Os impactos ambientais causados pela adoção do Condensador a Ar, em substituição à Torre Úmida, recairão principalmente sobre os meios físico e biótico, com destaque para os recursos hídricos e ecossistema aquático, uma vez que implicam em uma expressiva redução da vazão captada e consumida pela UGE Carioba II. A avaliação dos impactos sobre os recursos hídricos foi dividida em duas partes, uma quantitativa e outra qualitativa que, mesmo sendo intrinsecamente relacionadas, podem ser avaliadas separadamente, facilitando a análise.

É importante ressaltar que, como apresentado nas Tabelas Resumo dos Impactos no item 5.0 (Tabelas 5.1 a 5.3), a maioria dos impactos identificados no Estudo de Impacto Ambiental permanecem no mesmo nível.

Tabelas Resumo dos Impactos

A Tabela 4.1, a seguir, resume os impactos ambientais decorrentes da alteração da tecnologia empregada para o sistema de resfriamento. Ou seja, apresenta de forma resumida a classificação dos impactos gerados, as medidas mitigadoras ou potencializadoras e respectivos programas ou planos de monitoramento, nesta nova condição.

A análise detalhada destes impactos, as medidas mitigadoras / potencializadoras e respectivos planos ou programas são apresentados nos itens a seguir. Os resultados destas avaliações compõem as outras colunas da tabela.

Tabela 4.1 Impactos Potenciais da Etapa de Operação

AÇÃO	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO	CLASSIFICAÇÃO								Mitigabilidade / Potencialidade	Relevância	Meta/Medida	Plano/Programa	Responsável
			N	O	M	F	R	T	L	D					
Utilização (captação) da água	Recursos Hídricos Superficiais	Impacto da captação sobre a disponibilidade hídrica	N	CE	B	CO	R	C	D	P	Alta	Alta	Medidas estruturais visando o aumento da disponibilidade hídrica	Utilização do Reservatório de Salto Grande como equipamento de regulação Financiamento de Programas que aumentem a disponibilidade de água na bacia do Piracicaba	Consórcio InterGen / CPFL / Shell Comitê de Bacia
Descarte de efluentes Líquidos	Recursos Hídricos Superficiais (Qualidade das Águas)	Impacto de Efluentes Líquidos sobre a Qualidade da Água	N	CE	B	CO	R	C	L	P	Alta	Baixa	Melhoria da qualidade hídrica por meio de tratamento de esgotos	Monitoramento da qualidade das águas Investimento em tratamento de esgotos	Consórcio InterGen / CPFL / Shell
Descarte efluentes líquidos tratados	Ecossistema Aquático	Impacto do Descarte sobre a biota aquática	N	PO	B	CO	R	M	L	P	Média	Baixa		Plano de Monitoramento da Biota aquática	Consórcio InterGen / CPFL / Shell

N – Natureza {Positivo (P) / Negativo (N)}

O – Ocorrência {Certa (CE), Provável (PR), Possível (PO)}.

M – Magnitude {Baixa (B), Média (M) e Alta (A)}.

F – Frequência {Constante (CO), Eventual (EV), Cíclica (CI)}

R – Reversibilidade {Sim (R) / Não (I)}

T – Temporalidade - {Curto (C), Médio (M) e Longo (L)}

L – Localização {Localizada (L), Dispersa (D)}.

D – Duração { Temporário (T), Permanente (P)}.

Mitigabilidade / Potencialidade { Alta, Média ou Baixa }

Relevância do impacto { Alta, Média ou Baixa }

4.1 MEIO FÍSICO

4.1.1 Recursos Hídricos Superficiais

Para avaliação dos impactos da utilização dos recursos hídricos superficiais foram analisadas duas situações: a primeira leva em consideração os impactos na disponibilidade e a segunda na qualidade. A seguir são discutidas estas duas situações.

4.1.1.1 Impacto da Captação de Água sobre a Disponibilidade Hídrica

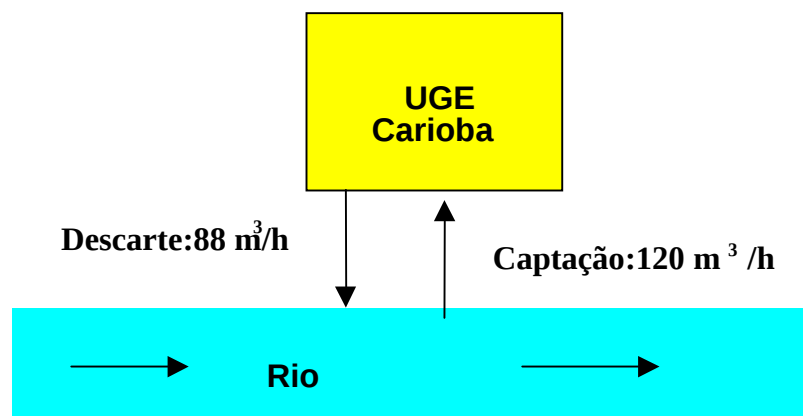
Trata-se de um dos impactos diretos do empreendimento. A UGE Carioba II requer, para o seu funcionamento, água para o sistema operacional da usina e para usos sanitários.

A água para fins sanitários, a ser utilizada principalmente nos sanitários, vestiários e bebedouros, é potável, e será suprida pelo sistema de abastecimento local ou proveniente de poços profundos a serem instalados na área da UGE Carioba II. A demanda de $1,1 \text{ m}^3/\text{h}$ da nova unidade, para estes fins, não deverá causar impactos à disponibilidade de abastecimento do sistema existente.

A água para o sistema operacional da usina tem como finalidade o resfriamento e a reposição das perdas nas caldeiras. O abastecimento da usina será efetuado mediante a utilização das águas captadas no rio Piracicaba.

Do ponto de vista de balanço hídrico global na bacia do rio Piracicaba, qualquer alternativa de captação causa impactos diretos ou indiretos à disponibilidade hídrica superficial da bacia. Vale ressaltar que a alternativa tecnológica de resfriamento, utilizando-se Condensador a Ar, é a que resulta em menor impacto sobre a disponibilidade hídrica. Na Figura 4.1 é apresentado o esquema de abastecimento da UGE Carioba II para a alternativa em análise.

Figura 4.1 Esquema de Captação e Descarga da UGE Carioba II



- **Avaliação do Impacto**

A UGE Carioba II consumirá no máximo 32 m³/h ou 0,009 m³/s. Este valor corresponde à diferença entre os volumes captados do manancial e os de descarga da usina. A demanda máxima será de 120 m³/h, e o lançamento de 88 m³/h.

A vazão mínima de 7 dias consecutivos e período de retorno de 10 anos (Q_{7,10}) é um indicador tradicionalmente utilizado para caracterizar as vazões mínimas. No rio Piracicaba, em Carioba, a Q_{7,10} adicionada à vazão média liberada pelo Sistema Cantareira é de 21,2 m³/s, mas, os usos consuntivos acumulados até Carioba reduzem esse valor para 11,9 m³/s. Como nas estiagens agudas a SABESP libera vazões para jusante maiores que a média adotada de 4 m³/s, a hipótese aqui adotada na avaliação de Q_{7,10} é mais pessimista, e portanto a favor da segurança.

Mesmo nas condições mais extremas, a demanda de água para a usina Carioba II não chega a ultrapassar 0,033 m³/s ou cerca de 0,28% da Q_{7,10} acima mencionada. O consumo de água de 0,009 m³/s ou 0,07% da Q_{7,10} é relativamente pequeno frente à disponibilidade, mas, em função da situação descrita em detalhes no volume II do EIA da UGE Carioba II, pode-se concluir que o impacto é negativo, de ocorrência certa e de baixa magnitude mesmo quando se considera a situação crítica dos recursos hídricos da bacia do rio Piracicaba. Acrescente-se ainda que a demanda máxima da UGE Carioba II ocorre no verão (em fevereiro), e que a Q_{7,10} ocorre normalmente na estiagem (entre agosto e setembro), ocasião em que as demandas da usina podem ser cerca de 20% inferiores.

A frequência do impacto é constante e a duração permanente, pois a utilização da água para o sistema operacional e para fins sanitários está diretamente relacionada com o regime de funcionamento normal da usina.

Este impacto é considerado reversível, pois uma vez cessada a necessidade de captação, cessa da mesma forma o impacto. A sua temporalidade é considerada curta, pois seus efeitos são imediatos e ocorrem de forma dispersa, principalmente a jusante da seção onde será implantada a UGE.

Os resultados estão resumidos na tabela abaixo:

Tópico	Classificação
Natureza	Negativa
Ocorrência	Certa
Magnitude	Baixa
Frequência	Constante
Reversibilidade	Reversível
Temporalidade	Curto prazo
Localização	Disperso
Duração	Permanente
Mitigabilidade	Alta
Relevância	Alta

Medidas Mitigadoras/Compensatórias

A diminuição da disponibilidade hídrica superficial, causada pelo uso consuntivo da UGE Carioba II, embora mínima, se comparada com a disponibilidade observada no rio Piracicaba, tem que ser vista no contexto de tendência de degradação que se observa nas águas superficiais dos rios da região e, em função disto, deve ser objeto de medidas que permitam evitar este impacto e, se possível, induzir impactos positivos sobre esta disponibilidade.

Desta forma, o empreendedor propõe uma medida estrutural que possibilite um aumento de disponibilidade na seção do rio Piracicaba, onde o empreendimento deverá se implantar, qual seja:

- ***Financiamento a Programa de Aumento da Disponibilidade de Água do Comitê das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (CBH-PCJ)***

Além da utilização do Reservatório de Salto Grande como elemento regulador de vazões adicionais nos períodos de estiagem, o empreendedor entende serem necessárias medidas adicionais relacionadas ao programa e metas estabelecidas pelo Plano de Bacia do CBH / PCJ para aumento de disponibilidade hídrica na bacia. Neste sentido, um dos programas que permitem a participação efetiva do empreendedor, embora não seja o ente executor, é o Programa de Redução de Perdas em desenvolvimento na região.

Os vários documentos elaborados pelas diversas consultorias contratadas pela Secretaria de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo, e que são a base para o atual Plano de Bacia, indicam a possibilidade de aumento da disponibilidade hídrica da ordem de 1,5 m³/s, com aplicação de recursos da ordem de R\$ 30 milhões em programas de redução de perdas. Esta redução é diretamente proporcional à necessidade de maior captação pelos sistemas municipais de distribuição de água. Ou seja, com a diminuição da captação, em função da redução de perdas, será aumentada a disponibilidade do sistema hídrico superficial, que é o objetivo das ações de mitigação aqui propostas.

A participação do empreendedor se daria em uma proporção que permitisse garantir um aumento de disponibilidade hídrica correspondente a dez vezes o uso consuntivo do empreendimento (0,009 m³/s), ou seja, algo equivalente a 0,09 m³/s médios.

O empreendedor deverá definir com o Comitê de Bacias as formas de monitoramento deste programa.

- ***Utilização do Reservatório da UHE de Salto Grande – Americana como Elemento Regulador de Vazão***

O reservatório de Salto Grande situa-se 1 km a montante da confluência do rio Atibaia com o rio Jaguari e 5 km a montante da seção de captação da UGE Carioba II. Este reservatório está inserido dentro da região conurbada de Campinas e, no passado, foi utilizado pela população da região para prática de esportes aquáticos. No processo de uso e ocupação de suas bordas, ali instalaram-se chácaras de recreio e casas de veraneio. Esta ocupação e uso estão hoje prejudicados pela má qualidade das águas armazenadas e pela infestação de algas que ocupam porção significativa do espelho d'água.

Além do uso para recreação, está instalada no reservatório a captação provisória da cidade de Sumaré, o que restringe ainda mais a flexibilidade de operação do mesmo.

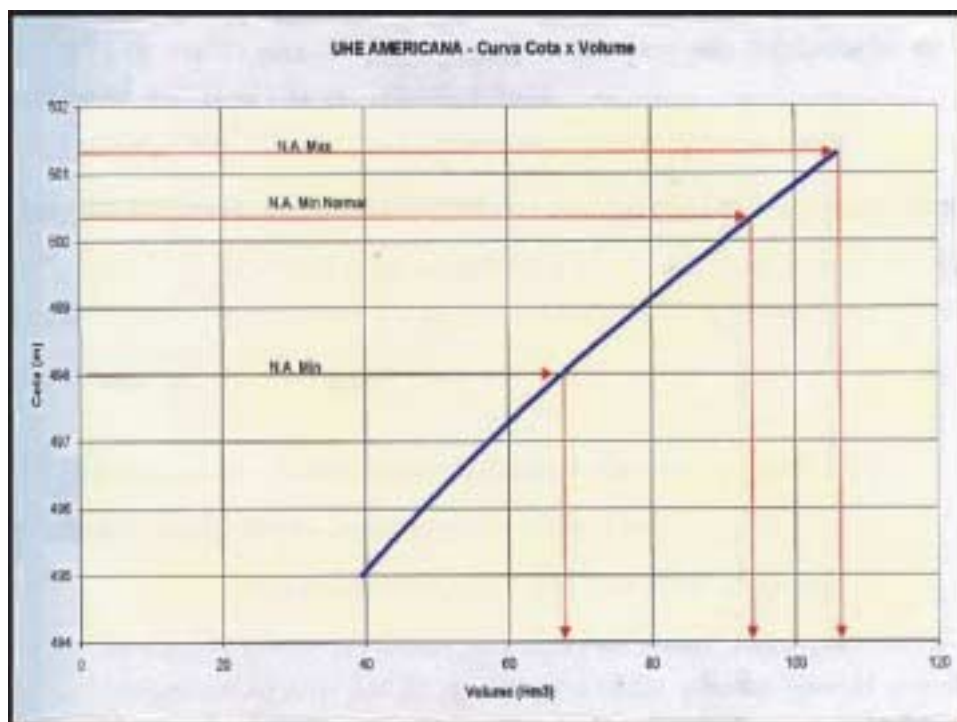
De propriedade de CPFL Geração de Energia S.A., um dos parceiros do Consórcio empreendedor do projeto Carioba II, hoje, este reservatório opera praticamente a fio d'água, ou seja, o que entra sai, com uma capacidade instalada de 32 MW.

Os dados abaixo resumem as características do reservatório e sua operação:

- nível máximo: 501,30 m;
- nível mínimo normal: 500,28 m (o nível mínimo de projeto era de 498,00 m);
- volume útil atual: $12 \times 10^6 \text{ m}^3$ (o volume útil de projeto era de $39 \times 10^6 \text{ m}^3$);
- vazão turbinada para 32 MW: $119,0 \text{ m}^3/\text{s}$; e
- vazão mínima para geração: $11,32 \text{ m}^3/\text{s}$.

Embora o sistema de operação atual não privilegie o aspecto relativo à regulação de vazão, devido a restrições que foram impostas ao longo do tempo, verifica-se que o reservatório ainda tem uma capacidade de armazenamento expressivo entre as cotas operacionais atuais, ou algo ao redor de 12 milhões de metros cúbicos, conforme mostrado na Figura 4.2.

Figura 4.2 *Curva de Cota Versus Volume Armazenado*



Fonte: CPFL

Desta forma, se operado com a finalidade de regulação visando a compensação dos usos consuntivos da UGE Carioba II, o reservatório pode utilizar este volume para prover vazão adicional, nos períodos de estiagem, a jusante do mesmo. Para isto, o reservatório seria operado com o objetivo de manter o nível máximo de operação até o período de secas da região, que normalmente se estende por 4 meses e, neste período, liberaria o volume de 12 milhões de m³ armazenado nas entre cotas, ou seja, o equivalente a uma vazão contínua de aproximadamente 1,2 m³/s que se adiciona à Q_{7,10}. Essa vazão adicional no período de estiagem tem condições de repor, com larga vantagem, as perdas de água devido à operação da usina, sendo uma medida compensatória de cerca de 135 vezes o uso consuntivo do empreendimento Carioba II.

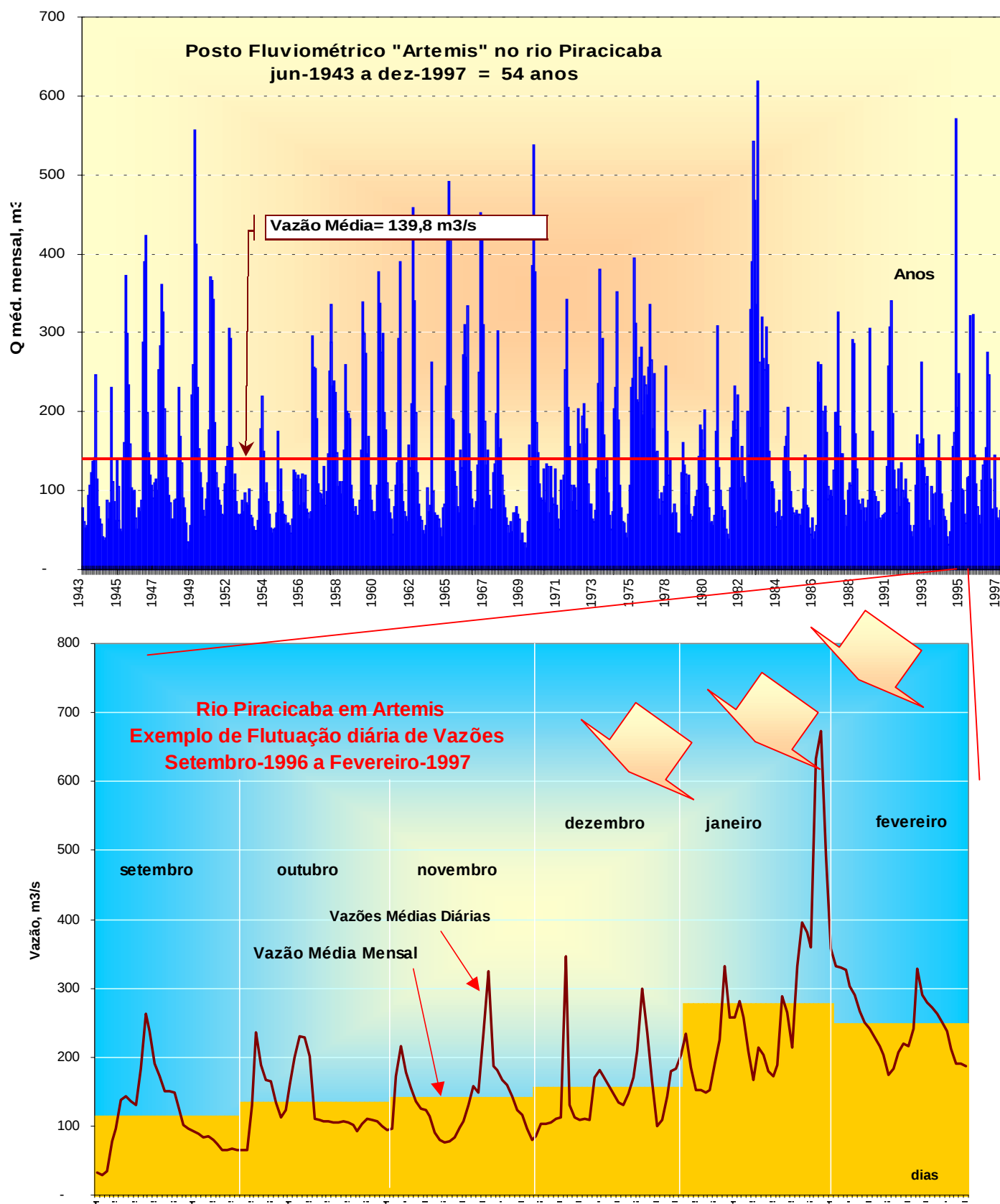
As vazões de um rio dependem de suas características, de sua localização, do período de observações, das intervenções efetuadas na bacia, e das grandezas estatísticas referidas. É importante salientar que nos estudos de qualidade das águas e de balanços entre disponibilidades hídricas e demandas, numa bacia hidrográfica, é utilizada a Vazão Mínima (Q_{7,10}, Q_{95%}, etc.).

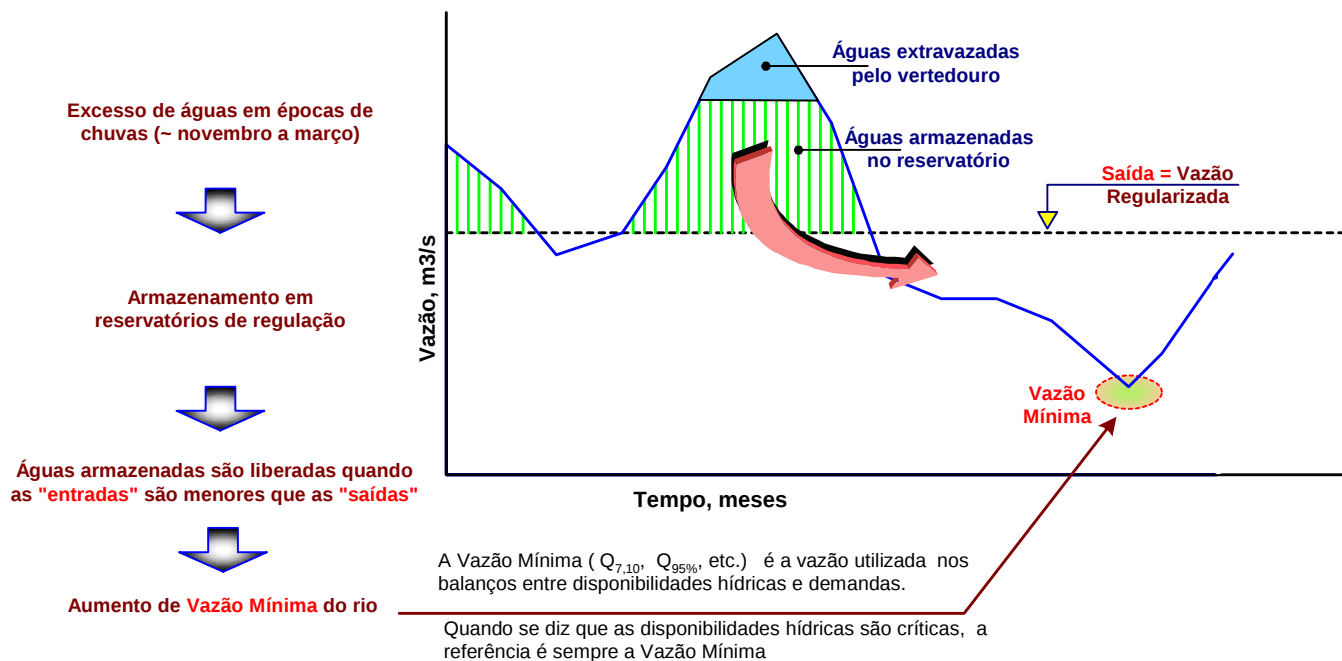
Deste modo, quando se expressa que as disponibilidades hídricas são críticas, tem-se como referência sempre a Vazão Mínima. Portanto, o aumento da vazão do rio, para este caso, está relacionado ao aumento da “Vazão Mínima”.

Os reservatórios de regulação armazenam as águas em excesso, na época de vazões altas (em geral de novembro a abril de cada ano), para “aumentar” as vazões do rio na época de estiagem.

No caso da UGE Carioba II, a captação no rio Piracicaba será de aproximadamente 120 m³/h, retornando 88 m³/h. O reservatório de Salto Grande funcionará como regulador de vazão, reservando cerca de 12 milhões de metros cúbicos (aproximadamente 100 cm de armazenamento), garantindo cerca de 1,2 m³/s a mais no rio Piracicaba, por 4 meses consecutivos durante o período seco do rio. Isto representa 135 vezes o uso consuntivo da UGE Carioba II, ou seja, haverá aumento significativo de disponibilidade hídrica no rio Piracicaba em função da alteração do regime do reservatório. Isso é possível porque nas épocas de águas altas (novembro a abril), o rio possui água suficiente para permitir esse armazenamento. As figuras seguintes procuram ilustrar esse fato, podendo-se observar que ocorrem grandes flutuações de vazões e as águas do período de novembro a abril podem ser aproveitadas mediante um reservatório de regulação.

Figura 4.3 *Curvas Características de Vazão no Rio Piracicaba (em Artemis) e a Operação do Reservatório Para Regularização de Vazão*





Dados utilizados: Posto fluviométrico de Artemis, no rio Piracicaba, Área de drenagem de 10.918 km².

Período de dados: junho de 1.943 a dezembro de 1.997

Fonte: CD-ROM do banco de dados Fluviométricos do DAEE / CTH

Características Médias Naturais Observadas:

Período de dados:	54 anos
Vazão Média no período de 54 anos:	139,8 m ³ /s
Vazão Média Diária, máxima no período (ocorreu no dia 31-05-1.983):	1.141,5 m ³ /s
Vazão Média Diária, mínima no período (ocorreu no dia 28-09-1.949):	15,3 m ³ /s
Vazão Média Mensal, máxima do período (ocorreu em janeiro de 1.983):	618,9 m ³ /s
Vazão Média Mensal, mínima do período (ocorreu em setembro de 1.949):	26,0 m ³ /s

Vazões Mínimas Calculadas:

Mínima Mensal, com Período de Retorno de 10 anos ($Q_{\text{Mensal}, 10}$):	38,3 m ³ /s
Mínima de 7 dias consecutivos, com Período de Retorno de 10 anos ($Q_{7,10}$):	30,6 m ³ /s
Mínima Mensal com 95% de permanência ($Q_{95\%}$):	49,7 m ³ /s

A operação do reservatório com a finalidade de regulação reduz sua capacidade de geração em cerca de 0,7 MW médios, cujos custos seriam assumidos pelo Consórcio empreendedor. Esta redução da capacidade de geração se daria, principalmente, no período de março a junho, quando a geração seria preterida em função da manutenção do nível máximo operativo.

As novas regras operativas deverão ser definidas com o Comitê de Bacias – CBH / PCJ e respectivo Grupo de Monitoramento Hidrológico, incluindo o programa de monitoramento desta operação.

Planos e Programas Ambientais

1 Programa de Monitoramento do Nível de Operação do Reservatório Salto Grande - Americana

Para acompanhamento e adequação da operação do reservatório de Salto Grande, segundo os novos critérios operativos que levem em consideração a necessidade de utilização da capacidade de armazenamento como forma de aumentar a disponibilidade hídrica a jusante, o empreendedor deverá instalar no reservatório um sistema contínuo de medição de nível, com disponibilização de informação *on-line*.

Anualmente, serão elaborados relatórios pelo empreendedor para encaminhamento à Secretaria de Estado do Meio Ambiente e ao Comitê de Bacias do Rio Piracicaba e Jundiaí.

Cronograma: O programa será iniciado após a obtenção da Licença de Instalação e antes da Licença de Operação da UGE.

Recursos alocados: R\$ 10.000.000,00 durante a vida útil do projeto pela perda de capacidade de geração de 0,7 MW médios; R\$ 30.000,00 em equipamentos e R\$ 24.000,00 anuais em mão-de-obra.

Responsável: Consórcio InterGen / CPFL / Shell.

2 Participação no Financiamento de Programas de Aumento da Disponibilidade Hídrica da Bacia do Rio Piracicaba

O empreendedor deverá estabelecer convênio de repasse de recursos para o Comitê destinado ao financiamento das ações definidas por este organismo. Será estabelecida a obrigatoriedade de apresentação de relatórios anuais, detalhando as aplicações e os resultados obtidos com as mesmas.

Cronograma: O programa será iniciado quando da obtenção da Licença de Instalação.

Recursos alocados: R\$ 80.000,00/ano, durante 25 anos. Além deste montante, serão também destinados R\$ 100.000,00/ano em programas de Educação Ambiental, indicados pelo Comitê.

Responsável: Consórcio InterGen / CPFL / Shell e Comitê.

A UGE Carioba II utilizará o sistema de refrigeração denominado de Condensador a Ar, que não utiliza água como elemento de troca de calor, mas sim ar. Este é um sistema utilizado onde não existe disponibilidade hídrica. A água utilizada nos diversos processos da UGE Carioba II será proveniente do rio Piracicaba. Esta água bruta será tratada para permitir seu uso no processo e, após o uso será feita a sua adequação aos padrões de lançamento estabelecidos pela legislação. A UGE Carioba II deverá descartar seus efluentes no rio Piracicaba, ou seja, todos os efluentes a serem gerados pela UGE, após sofrerem tratamento, em conformidade com os padrões da Classe 2, serão lançados no rio Piracicaba. A vazão mínima do rio Piracicaba no ponto de lançamento da UGE tem capacidade de diluir cerca de 500 vezes o efluente da UGE.

- ***Avaliação do Impacto***

O empreendimento projetado utilizará uma vazão máxima de 120 m³/h, sendo que deste valor consumirá por perdas um máximo de 32 m³/h. Portanto, o valor máximo estimado para os efluentes tratados é de 88m³/h. Este valor corresponde à diferença entre a vazão de captação no Rio Piracicaba e a vazão de consumo .

A Tabela 4.2 mostra as características esperadas para a água que será captada pela UGE no rio Piracicaba (na vazão total de 120 m³/h) e os efluentes gerados durante sua operação.

O sistema de tratamento de efluentes para a usina será projetado para tratar as águas servidas dos tanques coletores e drenos de efluentes oleosos; efluente de eletrodeionização, resultante da osmose reversa; efluente do sistema de espessamento e desidratação de lodo; efluente líquido da operação da UGE e esgotos sanitários, que serão descartados dentro dos padrões legais no rio Piracicaba.

Como descrito anteriormente, as águas dos drenos de equipamentos e pisos serão encaminhadas para um separador água / óleo, sendo posteriormente encaminhadas ao tanque de recolhimento dos efluentes. Para este tanque serão também encaminhados os efluentes da ultrafiltração, da osmose reversa, além das purgas das caldeira de recuperação e do sistema de resfriamento das turbinas. Os esgotos sanitários serão tratados por meio de um sistema de aeração prolongada. Os resíduos da lavagem das turbinas serão tratados com produtos biodegradáveis.

Tabela 4.2 **Características Estimadas para o Efluente da UGE com Captação no Rio Piracicaba**

PARÂMETRO	Água do Piracicaba	Efluente da UGE
Sódio (mg /l)	19	27,3
Potássio (mg /l)	7,8	11,1
Cálcio (mg /l)	9,6	13,7
Magnésio (mg /l)	2,4	3,4
Bário Total (mg /l)	0,1	0,2
Cátions Total (mg /l de CaCO ₃)	85,3	122
Alcalinidade Total (mg /l de CaCO ₃)	50,3	57,8
Bicarbonato (mg /l de HCO ₃)	41,2	47,4
Cloreto (mg /l)	10,8	15,4
Sulfato (mg /l)	16,2	35,9
Nitrato (mg /l)	4,7	4,7
Fosfato (mg /l)	2,4	0,9
Ânions Total (mg /l de CaCO ₃)	90	123,6
Razão Cation / Ânion	0,95	0,99
Sólidos Dissolvidos Totais (mg /l)	114,2	161,9
Sólidos Suspensos Totais (mg /l)	200	6,8
Sólidos Sedimentáveis (ml /l)	0	0
Sílica Total (mg /l de SiO ₂)	19,5	27,8
DBO (mg /l)		
DQO (mg /l)		
pH	7,1	7,8
Óleos e Graxas (mg /l)	0	0,7
Alumínio (mg /l)	2,6	1,9
Ferro Total (mg /l)	2,5	0,4
Manganês Total (mg /l)	0,23	0,2
Boro (mg /l)	1,07	0,7
Cádmio (mg /l)	0,02	0,03
Cromo Total (mg /l)	<0,01	<0,02
Cobre (mg /l)	0,05	0,1
Chumbo (mg /l)		
Níquel (mg /l)		
Zinco (mg /l)	0,04	0,1
Temperatura (°C)	23,5	30
Cloreto Residual Total (mg /l)	0	0,1

Os efluentes da UGE Carioba II acima caracterizados foram estimados para serem lançados no rio Piracicaba, considerando uma vazão mínima crítica. Para ela foi adotado o $Q_{7,10}$ com valor de 11,9 m³/s.

A Tabela 4.3 apresenta os limites preconizados para a Classe 2, o intervalo de variação dos parâmetros no período de 1997, 1998 e 1999, os valores esperados para o efluente da UGE Carioba II com captação no rio Piracicaba, bem como as concentrações que esses efluentes induziriam no rio Piracicaba. Uma última coluna apresenta a variação percentual dos

lançamentos da UGE Carioba II em relação a concentração inicial no rio Piracicaba. Com isso têm-se a noção da magnitude do impacto. Os valores positivos indicam que a UGE gera impactos negativos sobre a qualidade, enquanto valores negativos indicam que a UGE beneficia a qualidade do rio. Por se tratar de vazões grandes no rio Piracicaba, as alterações tornam-se muito atenuadas na sua magnitude. Assim, nenhum impacto ficou acima de 4%, ou seja, na pior condição analisada a concentração do parâmetro não se alterou no rio mais que 4%.

Para todos os parâmetros foi considerada no rio Piracicaba a máxima concentração observada nos anos de 1997, 1998 e 1999. Para os parâmetros OD e DBO foram utilizadas as médias.

É importante salientar que a coluna “Captação no rio Piracicaba”, logo após a coluna de “Concentrações Máximas” na Tabela 4.3, indica a concentração que foi utilizada como base para os cálculos das características finais do efluente da UGE. Observa-se que os valores máximos no rio Piracicaba são normalmente inferiores à descarga do efluente tratado da UGE Carioba II, exceto apenas para o resíduo filtrável, cloreto, alumínio, ferro e cromo. É importante ressaltar que todos os parâmetros do efluente final da UGE Carioba II serão descartados dentro dos limites estabelecidos pela legislação em vigor.

A temperatura do efluente final será de 30°C. Visando avaliar a configuração da influência da temperatura sobre o rio Piracicaba foi feita a resultante desta mistura. Observa-se que a temperatura da água do rio, após a mistura, será em média 23,505 °C. Portanto, o acréscimo absoluto é de 0,005 graus, mantendo-se bastante abaixo do limite de variação de 3 graus estabelecido pela Resolução CONAMA n.º 20/86.

Para o Oxigênio Dissolvido (OD) foi adotado o valor de 5 mg/l como representativo de efluentes de estações de tratamento. Para o rio foi considerado o valor médio de 5,0 mg/l, resultando neste mesmo valor para a mistura.

Quanto a DBO, adotou-se, como pior condição, que o efluente da UGE teria uma DBO = 21,4 mg/l. Adotou-se então por coerência, o valor médio de 3,0 mg/l de DBO para o rio Piracicaba, resultando em um aumento para 3,147 mg/l da DBO após o lançamento, com acréscimo relativo de 1,16%.

Em resumo, dos 20 parâmetros analisados, apenas um apresentou variação relativa menor que 0,5%, sendo que seis apresentaram valores negativos, indicando nesses casos que as medidas adotadas para a implantação da UGE Carioba II diminuiriam o nível de poluentes no rio.

Em termos absolutos, a influência do lançamento da UGE Carioba II sobre as concentrações dos parâmetros indicadores da qualidade da água não superam 4% dos valores máximos observados no período de 1997, 1998 e 1999, sendo que para mais de 80% dos parâmetros a variação não chega a 1%. Ou seja, a descarga dos efluentes líquidos da UGE Carioba II, após tratamento, pouco alterarão as características do rio Piracicaba, mesmo nas condições mais críticas.

O impacto é classificado como de ocorrência certa, pois trata-se de um processo inerente a esta atividade industrial.

A magnitude do impacto é baixa, não apenas face às pequenas alterações que ocasionará na qualidade da água do sistema como comparado à atual condição do corpo d'água.

A frequência do impacto é constante, pois deverá ocorrer enquanto a usina estiver operando, sendo reversível caso a usina pare de operar e, conseqüentemente, cesse o lançamento de efluentes. O impacto é também de percepção imediata, uma vez que os efeitos serão sentidos imediatamente, a jusante da seção do empreendimento, com duração que se estenderá pela vida útil do empreendimento.

Os resultados estão resumidos na tabela abaixo:

<i>Tópico</i>	<i>Classificação</i>
Natureza	Negativo
Ocorrência	Certa
Magnitude	Baixa
Frequência	Constante
Reversibilidade	Reversível
Temporalidade	Curto prazo
Localização	Localizado
Duração	Permanente
Mitigabilidade	Alta
Relevância	Baixa

Tabela 4.3 Valores de Concentração de Parâmetros Observados em Carioba e Influência da UGE Carioba no rio Piracicaba

Observações realizadas nos anos 1997, 1998 e 1999 no rio Piracicaba (Ponto CETESB PCAB02100, a montante do rio Quilombo)

DADOS DE QUALIDADE	Padrão de Qualidade CONAMA 20/86	Mínima	Média	Máxima	Captação no rio Piracicaba	Efluente da UGE Carioba II	Valor no Rio	aumento % da UGE
Temperatura da água (°C)	< 40	19,0	23,5	28,0	23,5	30	23,505	0,02%
pH	6,0 a 9,0	6,7	6,9	7,1	7,1	7,8	7,101	0,02%
Oxigênio dissolvido (mgO ₂ /L)	5,0	2,2	5,0	7,1	5,0	5,0	5,0	0,00%
DBO _{5,20} (mgO ₂ /L)	5	2,0	3,1	7,0	3,1	21,4	3,147	1,16%
Nitrato (mgN/L)	10,00	0,4	0,8	1,4	4,7	4,7	1,407	0,47%
Fósforo Total (mgP/L)	0,025	0,0210	0,119	0,303	2,400	0,9	0,304	0,38%
Sólidos Dissolvidos filtrável (mg/L)	500	98,0	113,5	136,0	114,2	161,9	136,050	0,04%
Sólidos Suspensos (mg/L)		5,0	27,0	104,0	200,0	6,8	103,812	-0,18%
Sólido total (mg/L)		110,0	140,5	223,0	314,2	168,7	222,895	-0,05%
Cloreto (mg/L)	250,0	6,9	9,5	13,6	10,8	15,4	13,603	0,03%
Sulfato (mg/L)				16,2	16,2	35,9	16,238	0,23%
Alumínio (mg/L)	0,10	0,3	1,7	5,3	2,6	1,9	5,283	-0,12%
Bário (mg/L)	1,00	0,0800	0,0800	0,0800	0,10	0,2	0,0802	0,29%
Cádmio (mg/L)	0,001	0,0010	0,0010	0,0010	0,02	0,03	0,00200	0,04%
Chumbo (mg/L)	0,03	0,0500	0,0500	0,0500	0,05			
Cobre (mg/L)	0,02	0,0040	0,0040	0,0040	0,05	0,1	0,0042	4,63%
Cromo Total (mg/L)	# 0,05	0,0500	0,0500	0,0500	0,01	0,02	0,0499	-0,12%
Níquel (mg/L)	0,025	0,0100	0,0100	0,0100	0,01			
Zinco (mg/L)	0,18	0,0400	0,0400	0,0400	0,04	0,1	0,040	0,29%
Ferro (mg/L)	nl*	0,4	1,7	5,8800	2,50	0,4	5,869	-0,18%
Manganês (mg/L)	0,10	0,1	0,08	0,1200	0,12	0,1	0,1200	-0,03%

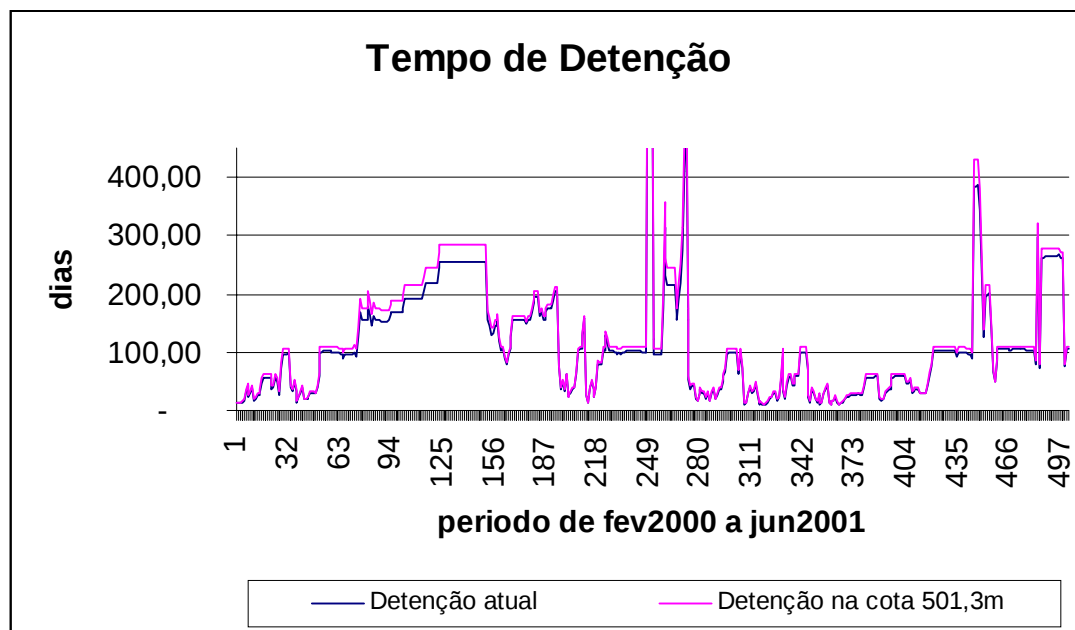
(#): padrões de qualidade do regulamento de Lei nº 997/76, aprovado no Decreto Estadual nº 8468/76

* não existe referência

Efeito da Utilização do Reservatório de Salto Grande como regulador de vazão

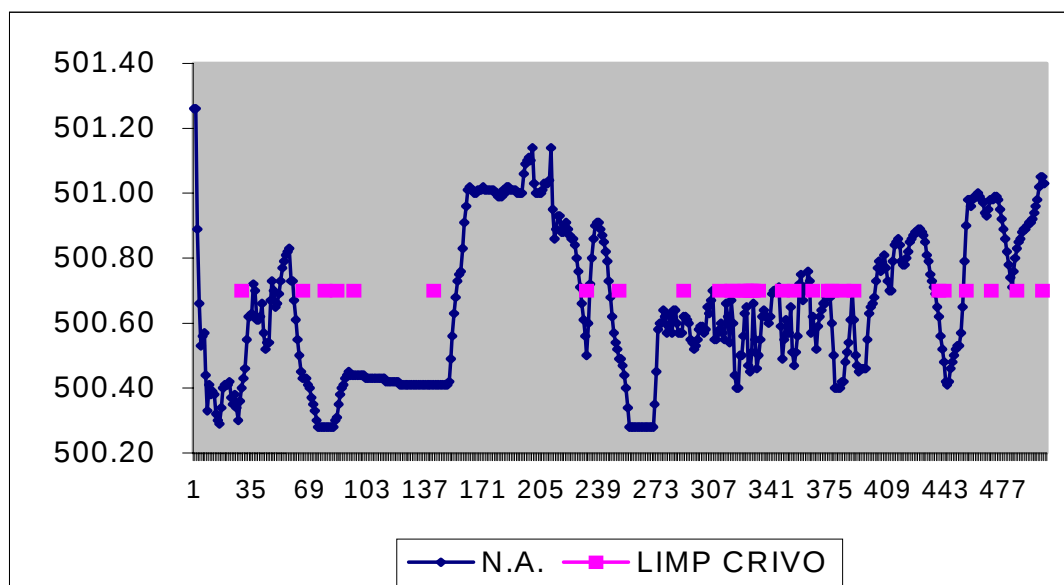
Foi também avaliado os efeitos do uso do reservatório de Salto Grande em nível máximo, sendo identificados três efeitos possíveis:

1. Inalteração da região conhecida como Pantanalzinho, permanecendo a função de filtro para o resto do reservatório.
2. Devido à manutenção do reservatório em sua cota máxima, o tempo de trânsito será ampliado, com provável maior retenção de poluentes, podendo intensificar a eutrofização, com possível aumento de algas que são prejudiciais ao tratamento da água. Foi realizada uma simulação considerando o nível deste regime de operação. Calculou-se o tempo de trânsito diário para as vazões afluentes no ano de 2000 e 2001 para o volume nessa nova cota. O gráfico indica que o novo tempo de trânsito praticamente se compara com o anterior. Nesse aspecto o reservatório se comportará praticamente como o atual, não sendo evidenciável o efeito de eutrofização do corpo hídrico.



3. Interferência na captação de Sumaré, onde água de pior qualidade poderão permanecer por mais tempo, implicando em maior número de horas paradas da ETA, devido não poder captar a água.

Não existem dados que vinculem o nível do reservatório de Salto Grande com a tomada de água da ETA de Sumaré. Os gráficos mostram apenas que em diferentes cotas diárias ocorreram problemas de parada da captação devido à necessidade de limpeza do crivo (e não necessariamente por problema de cotas superiores a 501 metros). Da mesma forma, tanto em vazões médias diárias baixas e altas teve-se também que interromper a captação por problema de tratabilidade. Portanto, conclui-se que não existe associação entre o nível de operação do reservatório e a captação de Sumaré.



Medidas Compensatórias e Potencializadoras:

A medida compensatória com relação à qualidade das águas é expressa pela disposição do empreendedor em reduzir a carga de poluentes no rio Piracicaba, através de investimentos em tratamento de esgoto. Esta proposição , pode induzir novos empreendimentos que venham a se instalar na região à ações semelhantes. Da mesma forma, esta proposição demonstra a viabilidade de novos enfoques que permitam ganhos na qualidade ambiental local, em termos de recursos hídricos superficiais, o que reforça a viabilidade das propostas da comunidade local quanto à necessidade de participação dos novos empreendimentos no processo de recuperação da qualidade ambiental da região.

Cronograma: o programa será iniciado quando da obtenção da Licença de Instalação.

Recursos alocados: R\$ 150.000,00 para investimento em melhoria /implantação de tratamento de esgoto.

Responsável: Consórcio InterGen / CPFL / Shell.

4.2 MEIO BIÓTICO

4.2.1 Ecossistemas Aquáticos

4.2.1.1 Impacto do Descarte dos Efluentes Líquidos Tratados na Biota Aquática

Podemos concluir que a biota aquática não deverá sofrer impacto significativo em função da qualidade da água, uma vez que a relação entre o efluente da UGE Carioba II e a vazão do rio Piracicaba é bastante reduzida. Além disso, as medidas compensatórias, visando reter o aporte de DBO/DQO, fósforo, compostos nitrogenados e poluentes prioritários para o rio Piracicaba garantirão uma condição de qualidade melhor.

Este impacto é de natureza negativa, porém de possível ocorrência, devido à relação entre a vazão do efluente e a vazão do rio. Por outro lado, com a adoção de medidas compensatórias ter-se-á melhora da qualidade das águas do corpo receptor e possível recuperação do ecossistema.

A magnitude é considerada baixa por ocorrer em trecho específico do rio Piracicaba. Considera-se que a frequência é constante e que os impactos serão reversíveis com a interrupção das atividades de descarte dos efluentes líquidos tratados.

A temporalidade ou o tempo de início de ocorrência para a melhoria da qualidade da água e recuperação de ecossistema aquático é considerada média. Os impactos terão incidência em uma área localizada e duração permanente. O impacto é considerado de baixa potencialidade e baixa relevância.

Os resultados estão reunidos na tabela abaixo:

Tópico	Classificação
Natureza	Negativo
Ocorrência	Possível
Magnitude	Baixa
Frequência	Constante
Reversibilidade	Reversível
Temporalidade	Médio prazo
Localização	Localizado
Duração	Permanente
Potencialidade	Baixa
Relevância	Baixa

Plano de Monitoramento dos Ecossistemas Aquáticos

O monitoramento do ambiente aquático será desenvolvido por meio do conhecimento dos ambientes lóticos e lênticos, com enfoque nos aspectos limnológicos e na auto-ecologia das espécies presentes. Sugere-se o levantamento bimensal das comunidades fitoplanctônicas, zooplanctônicas e bentônicas e levantamento semestral da comunidade de peixes assim como os parâmetros límnicos da qualidade da água.

Recomenda-se o monitoramento mensal do efluente, que deverá compreender os seguintes parâmetros físico-químicos: pH, temperatura, cor, turbidez, resíduos totais, resíduos não filtráveis, sulfatos, DBO, DQO, sulfetos, sulfatos, SSV, SST, nitrito, nitrato, amônia, nitrogênio total, nitrogênio orgânico, nitrogênio amoniacal, fósforo total, ortofosfato, compostos fenólicos e HAP.

Para o monitoramento trimestral do efluente recomenda-se os seguintes parâmetros: metais pesados, HAP e toxicidade crônica com testes de toxicidade empregando *Ceriodaphnia dubia*.

Recursos Alocados: R\$ 40.000,00 / ano.

Responsável: Consórcio InterGen / CPFL / Shell.

5.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 INTRODUÇÃO

Conforme descrito anteriormente, este estudo complementar visou avaliar somente as alterações dos impactos ambientais decorrentes da melhoria tecnológica com o uso de Condensador a Ar em lugar de Torre Úmida. Esta mudança tecnológica veio em resposta à preocupação da sociedade com relação aos recursos hídricos da região com a inserção do empreendimento.

É importante destacar que os demais impactos associados à construção, considerando o ramal do gasoduto, e a operação, bem como a fase de planejamento e desativação, permanecerão como foram descritos no Estudo de Impacto Ambiental apresentado à Secretaria de Estado do Meio Ambiente de São Paulo. Ressalta-se ainda que as medidas mitigadoras e programas associados aos impactos que não sofreram alterações permanecem os mesmos, conforme pode ser visualizado nas Tabelas 5.1 a 5.3 a seguir.

Tabela 5.1 Impactos Potenciais da Etapa de Implantação e Operação – Tramo do Gasoduto

AÇÃO	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO	CLASSIFICAÇÃO								Mitigabilidade Potencialidade	Relevância	Meta/Medida	Plano/Programa	Responsável
			N	O	M	I	R	T	L	D					
Limpeza do terreno e Abertura de valas	Solo, Relevo e Condições Geotécnicas	Impactos Decorrentes da Limpeza do Terreno, Terraplenagem e Abertura de Vala na Faixa de Implantação do Tramo do Gasoduto sobre a Estabilidade do Solo e Condições Geotécnicas	N	PO	B	EV	R	C	L	T	Alta	Baixa	Implantar medidas de controle da erosão	Normas COMGÁS apresentadas no Anexo 2 – Volume I	COMGÁS
Limpeza do terreno, Abertura de valas e Geração de ruídos	Ecossistemas Terrestres	Impactos Decorrentes da Limpeza do Terreno/ Abertura de Valas/ Geração de Ruídos sobre a Fauna e Flora	N	PR	B	EV	R	C	L	T	Média	Baixa	Incorporar critérios técnico-ambientais no projeto conceitual	Normas COMGÁS apresentadas no Anexo 2 – Volume I	COMGÁS
Limpeza do terreno e Abertura de valas	Ecossistemas Aquáticos	Impactos Associados à Limpeza do Terreno e Abertura de Valas Sobre a Biota Aquática	N	PR	M	EV	R	C	L	T	Alta	Baixa	Programa de Controle dos processos erosivos	Normas COMGÁS apresentadas no Anexo 2 – Volume I	COMGÁS
Apropriação da área para a construção do tramo do Gasoduto, Limpeza do terreno	Uso e Ocupação de Solo e Infra-estrutura.	Restrição de Uso do Solo na Faixa de Domínio do Tramo do Gasoduto e consequente Perda da Produção Agrícola.	N	CE	B	CO	R	C	L	P	Baixa	Baixa	Minimizar os prejuízos às atividades agrícolas na propriedade afetada	Normas COMGÁS apresentadas no Anexo 2 – Volume I	COMGÁS
Limpeza do terreno e Abertura de valas	Arqueologia	Impacto decorrente da limpeza do terreno/ abertura de valas sobre sítios de interesse arqueológico	N	PO	B	EV	I	C	L	P	Média	Baixa	Salvamento de objetos arqueológicos	Programa de Salvamento Arqueológicos	COMGÁS
Movimentação de máquinas e equipamentos, gerando ruídos	Ruído de Fundo	4.3.3.1 - Impacto da movimentação de máquinas e equipamentos sobre o ruído de fundo gerando incômodo	N	CE	B	CO	R	C	L	T	Baixa	Baixa	Controlar as fontes de emissão de ruído de acordo com a legislação vigente	Normas COMGÁS apresentadas no Anexo 2 – Volume I	COMGÁS

N – Natureza {Positivo (P) / Negativo (N)}

O – Ocorrência {Certa (CE), Provável (PR), Possível (PO)}.

M – Magnitude {Baixa (B), Média (M) e Alta (A)}.

F – Frequência {Constante (CO), Eventual (EV), Cíclica (CI)}

R – Reversibilidade {Sim (R) / Não (I)}

T – Temporalidade - {Curto (C), Médio (M) e Longo (L)}

L – Localização {Localizada (L), Dispersa (D)}.

D – Duração { Temporário (T), Permanente (P)}.

Mitigabilidade / Potencialidade { Alta, Média ou Baixa }

Relevância do impacto { Alta, Média ou Baixa }

Tabela 5.2 Impactos Potenciais da Etapa de Implantação – Usina

AÇÃO	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO	CLASSIFICAÇÃO								Mitigabilidade/ Potencialidade	Relevância	Meta/Medida	Plano/Programa	Responsável
			N	O	M	F	R	T	L	D					
Limpeza do terreno / Movimentação de Solo e Rocha	Geologia, Geomorfologia, solos e condições geotécnicas	Impactos Relacionados à Limpeza do Terreno e Movimentação de Terra (Terraplenagem) sobre a Estabilidade do Solo	N	CE	B	EV	R	C	L	T	Alta	Baixa	Adoção de medidas de contenção de erosão por meio de obras de drenagem superficial provisória e implantação de bacias de contenção de sedimentos	Programa de Controle de Erosão	Consórcio CPFL / InterGen / Shell
Movimentação de Solo e Rocha	Qualidade das Águas	Impacto da Movimentação de Solo e Rocha sobre a Qualidade das Águas	N	PO	B	EV	R	C	L	T	Alta	Baixa	Controlar os processos erosivos, por meio do planejamento da obra e medidas de proteção do rio	Programa de Controle de Erosão	Consórcio CPFL / InterGen / Shell
Captação de água para a construção	Disponibilidade de Água	Impacto da Utilização de Água para a Construção	N	CE	B	CI	R	C	L	T	Baixa	Baixa	Otimização dos usos das águas	Sistema de Gerenciamento	Consórcio CPFL / InterGen / Shell
Geração de efluentes líquidos domésticos	Qualidade de Água	Impacto da Geração de Efluentes Líquidos Domésticos sobre a Qualidade das Águas	N	CE	M	CO	R	C	L	T	Alta	Baixa	Disposição final dos esgotos tratados dentro dos parâmetros legais	Implantação de um sistema de tratamento de esgoto temporário	Consórcio CPFL / InterGen / Shell
Transporte de materiais e equipamentos	Qualidade do Ar	Impactos Ambientais das Emissões Atmosféricas Sobre a Qualidade do Ar	N	PR	B	CO	R	C	L	T	Média	Baixa	Controle das emissões de material particulado	Processos adequados de umidificação das vias de acesso e áreas com solo exposto	Consórcio CPFL / InterGen / Shell
Limpeza do terreno (usina e alojamento)	Ecossistemas Terrestres	Impactos Decorrentes da Limpeza do Terreno e Terraplenagem sobre a Flora e Fauna	N	CE	B	CO	I	C	L	P	Baixa	Baixa	Minimizar a interferência das atividades de implantação sobre as tipologias de cobertura vegetal existentes no terreno	Programa de Reflorestamento	Consórcio CPFL / InterGen / Shell
Geração de ruídos – movimentação de máquinas e equipamentos	Ecossistemas Terrestres	Impactos Associados à Geração de Ruídos (Movimentação de Máquinas e Equipamentos) sobre a Fauna	N	CE	B	E	R	C	L	T	Baixa	Baixa	Minimizar a interferência das atividades de implantação da usina no comportamento de povoaamentos faunísticos	Controle do nível de ruído	Consórcio CPFL / InterGen / Shell

Tabela 5.2 Impactos Potenciais da Etapa de Implantação – Usina (continuação)

AÇÃO	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO	CLASSIFICAÇÃO								Mitigabilidade/ Potencialidade	Relevância	Meta/Medida	Plano/Programa	Responsável
			N	O	M	F	R	T	L	D					
Movimentação de Solo e Rocha	Ecossistemas aquáticos	Impactos Decorrentes da Movimentação de Solo e Rochas Sobre a Biota Aquática	N	PO	B	EV	R	C	L	T	Alta	Baixa	Recuperação das áreas com solo exposto	Programa de Controle de Erosão	Consórcio CPFL / InterGen / Shell
Apropriação da área para a construção da usina	Uso e ocupação do solo e infraestrutura	Compatibilidade com o uso e ocupação do solo	P	CE	B	CO	I	C	L	P	Baixa	Baixa	Compensar o impacto da remoção da cobertura vegetal de eucalipto	Programa de Reflorestamento	Consórcio CPFL / InterGen / Shell
Transporte de materiais, equipamentos e funcionários	Uso e ocupação do solo e infraestrutura	Aumento da movimentação de veículos para o transporte de materiais e equipamentos	N	CE	B	CO	R	C	L	T	Baixa	Média	Minimizar e planejar a movimentação de veículos	Programa de Transporte Programa de Comunicação	Consórcio CPFL / InterGen / Shell
Geração de resíduos sólidos	Uso e ocupação do solo e infraestrutura	Comprometimento da Infra-Estrutura Pública Existente para Coleta e Disposição de Resíduos Sólidos	N	CE	M	CO	I	C	L	T	Baixa	Média	Minimização, reciclagem e disposição adequada dos resíduos sólidos	Programa de Gestão dos Resíduos Sólidos	Consórcio CPFL / InterGen / Shell
Aumento da demanda de produtos e serviços	Dinâmica econômica	Aumento da Dinâmica Econômica na Região	P	CE	M	CO	R	C	D	T	Média	Média	Contratação de serviços de empresa e profissionais locais ou da região próxima		Consórcio CPFL / InterGen / Shell
Geração de empregos temporários e massa salarial	Mercado de Trabalho	Aumento na Oferta de Empregos para Mão-de-Obra não Especializada, Semi-Especializada, Especializada, Aumentando a Renda Local	P	CE	M	CO	R	C	D	T	Média	Baixa	Maximizar a contratação de mão-de-obra local	Plano de Seleção e Contratação de mão-de-obra	Consórcio CPFL / InterGen / Shell
Alteração da paisagem	Aspectos Paisagísticos	A estrutura física da usina altera a configuração atual da área (impacto visual)	N	CE	M	CO	I	C	L	P	Baixa	Média	Compatibilizar a estrutura física da usina com o entorno	Compensação pela restrição das atividades de lazer no entorno	Consórcio CPFL / InterGen / Shell

Tabela 5.2 Impactos Potenciais da Etapa de Implantação – Usina (continuação)

AÇÃO	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO	CLASSIFICAÇÃO								Mitigabilidad e Potencialidad e	Relevância	Meta/Medida	Plano/Programa	Responsável
			N	O	M	F	R	T	L	D					
<i>Limpeza do terreno e movimento de terra</i>	Arqueologia	Danos a objetos de interesse arqueológico, descaracterização de sítios arqueológicos	N	PO	B	EV	I	C	L	P	Média	Baixa	Salvamento de objetos arqueológicos	Programa de Salvamento Arqueológicos	Consórcio InterGen / CPFL / Shell
<i>Geração de ruídos – obras civis</i>	Ruído de Fundo	Alteração dos níveis de ruído, gerando incômodo	N	CE	B	CO	R	C	L	T	Média	Baixa	Adequação da geração de ruído à legislação municipal	Planejamento das Atividades geradoras de ruído (Sistema de Gerenciamento)	Consórcio InterGen / CPFL / Shell
<i>Geração de ruídos – movimentação de máquinas e equipamentos</i>	Ruído de fundo	Alteração dos níveis de ruído, gerando incômodo	N	CE	M	CO	R	C	L	T	Baixa	Média	Adequação da geração de ruído à legislação municipal	Plano de Movimentação de Veículos (Sistema de Gerenciamento)	Consórcio InterGen / CPFL / Shell
<i>Geração de ruído da sopragem de vapor da caldeira</i>	Ruído de Fundo	Aumento temporário do nível de ruído, gerando incômodo à população	N	CE	A	EV	R	C	L	T	Baixa	Baixa	Minimizar os efeitos negativos do aumento de ruído	Plano de Comunicação à População Plano de Revegetação (Cinturão Verde)	Consórcio InterGen / CPFL / Shell

N – Natureza {Positivo (P) / Negativo (N)}

O – Ocorrência {Certa (CE), Provável (PR), Possível (PO)}.

M – Magnitude {Baixa (B), Média (M) e Alta (A)}.

F – Frequência {Constante (CO), Eventual (EV), Cíclica (CI)}

R – Reversibilidade {Sim (R) / Não (I)}

T – Temporalidade - {Curto (C), Médio (M) e Longo (L)}

L – Localização {Localizada (L), Dispersa (D)}.

D – Duração { Temporário (T), Permanente (P)}.

Mitigabilidade / Potencialidade { Alta, Média ou Baixa }

Relevância do impacto { Alta, Média ou Baixa }

Tabela 5.3 Impactos Potenciais da Etapa de Operação – Usina

AÇÃO	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO	CLASSIFICAÇÃO								Mitigabilidade e Potencialidade	Relevância	Meta/Medida	Plano/Programa	Responsável
			N	O	M	F	R	T	L	D					
<i>Emissão de efluentes gasosos</i>	Qualidade do ar	Impactos das Emissões Atmosféricas sobre a qualidade do ar	N	CE	A	CO	R	C	D	P	Alta	Alta	Monitoramento da qualidade do ar, Paralisação de Carioba I	Monitoramento contínuo de emissões	Consórcio InterGen / CPFL / Shell
<i>Geração de ruídos</i>	Ruído de fundo	Impacto da geração de ruído, gerando incômodo	N	CE	M	CO	R	C	L	P	Alta	Média	Estudos de controle de redução de ruído, avaliação das emissões sonoras. Adoção de equipamentos adequados para minimização de ruído	Plano de Monitoramento Contínuo das Fontes	Consórcio InterGen / CPFL / Shell
<i>Geração de ruídos</i>	Ruído de fundo	Impacto da geração de ruído sobre a saúde ocupacional	N	CE	M	CO	R	C	L	P	Alta	Média	Adoção de dispositivo de controle de ruído, uso de EPI's	Sistema de Gerenciamento	Consórcio InterGen / CPFL / Shell
<i>Emissão de efluentes gasosos</i>	Ecossistemas Terrestres	Possíveis Impactos da emissão atmosférica sobre a cobertura vegetal	N	PO	B	CO	R	M	D	P	Baixa	Baixa	Controle de emissões e utilização de tecnologia com baixa emissão de NOx (9ppm)	Plano de Monitoramento de espécies sensíveis	Consórcio InterGen / CPFL / Shell

Tabela 5.3 Impactos Potenciais da Etapa de Operação – Usina (continuação)

AÇÃO	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO	CLASSIFICAÇÃO								Mitigabilidade / Potencialidade	Relevância	Meta/Medida	Plano/Programa	Responsável
			N	O	M	F	R	T	L	D					
Geração, Armazenamento e disposição resíduos sólidos	Uso e Ocupação do solo e Infra-estrutura	Utilização de infra-estrutura de serviços existentes	N	CE	B	CO	I	C	D	P	Baixa	Média	Redução de Geração de Resíduos / Reciclagem	Sistema de Gerenciamento	Consórcio CPFL / InterGen / Shell
Aumento da Oferta de energia	Dinâmica Econômica	Aumento da confiabilidade do sistema regional de distribuição de energia	P	CE	A	CO	R	C	D	P	Alta	Alta			
Aumento das atividades econômicas	Dinâmica Econômica	Potencial aumento do uso de infra-estrutura	N	PO	M	CO	R	C	D	P	Baixa	Baixa			
Aumento de receita públicas	Dinâmica Econômica	Aumento de impostos devido à geração e transmissão de energia elétrica	P	CE	I	CO	R	C	L	P	Média	Alta			

N – Natureza {Positivo (P) / Negativo (N)}

O – Ocorrência {Certa (CE), Provável (PR), Possível (PO)}.

M – Magnitude {Baixa (B), Média (M) e Alta (A)}.

F – Frequência {Constante (CO), Eventual (EV), Cíclica (CI)}

R – Reversibilidade {Sim (R) / Não (I)}

T – Temporalidade - {Curto (C), Médio (M) e Longo (L)}

L – Localização {Localizada (L), Dispersa (D)}.

D – Duração { Temporário (T), Permanente (P)}.

Mitigabilidade / Potencialidade { Alta, Média ou Baixa }

Relevância do impacto { Alta, Média ou Baixa }

Como pode ser observado na Tabela 5.4, no caso da captação de água não houve alteração da natureza do impacto; porém devido à redução significativa da demanda por água, a magnitude do impacto foi alterada de alta para baixa, resultando na mudança de relevância de alta para baixa, pois mantiveram-se todas as proposições de medidas mitigadoras que aumentam a disponibilidade hídrica regional. A menor demanda de água associada à manutenção das medidas anteriormente propostas direciona para uma baixa relevância deste impacto.

Com relação à qualidade de água houve alteração da natureza do impacto ambiental, porém este impacto mostrou-se baixo, em função da baixa potencialidade da ação (emissão de efluentes líquidos), que associado à medida mitigadora proposta (melhoria de tratamento de esgoto) compensa com folga o impacto previsto.

De forma associativa ao impacto ambiental sobre a qualidade da água, houve alteração na natureza do impacto com relação à biota aquática, porém foi considerado de baixa magnitude e baixa relevância, na medida em que foram mantidas as medidas mitigadoras e compensatórias, tanto em termos de qualidade como de quantidade. Estas medidas melhoram por fim a qualidade e disponibilidade do recurso hídrico, no caso o rio Piracicaba, proporcionando melhores condições para a biota aquática.

Tabela 5.4 Impactos Comparativos entre a situação de Torre Úmida e Condensador a Ar

AÇÃO	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO	CLASSIFICAÇÃO								Mitigabilidade / Potencialidade	Relevância	Meta/Medida	Plano/Programa	Responsável
			N	O	M	F	R	T	L	D					
Utilização (captação) da água para Torre Úmida	Recursos Hídricos Superficiais	Impacto da captação de água sobre a disponibilidade hídrica	N	CE	A	CO	R	C	D	P	Alta	Alta	Medidas estruturais visando o aumento da disponibilidade hídrica	Utilização do Reservatório de Salto Grande como equipamento de regulação Financiamento de Programas que aumentem a disponibilidade de água na bacia do Piracicaba	InterGen (Consórcio) Comitê de Bacia
Utilização (captação) da água para Condensador a Ar	Recursos Hídricos Superficiais	Impacto da captação sobre a disponibilidade hídrica	N	CE	B	CO	R	C	D	P	Alta	Baixa	Medidas estruturais visando o aumento da disponibilidade hídrica	Utilização do Reservatório de Salto Grande como equipamento de regulação Financiamento de Programas que aumentem a disponibilidade de água na bacia do Piracicaba	Consórcio InterGen / CPFL / Shell Comitê de Bacia
Reuso de efluentes da ETE Americana Torre Úmida	Recursos Hídricos Superficiais	Impacto Do Reuso De Efluentes, Água	P	CE	A	CO	R	C	L	P	Alta	Alta	Melhoria da qualidade hídrica por meio de reuso de efluentes	Monitoramento da qualidade das águas	Consórcio CPFL / InterGen / Shell / Prefeitura de Americana
Descarte de efluentes Líquidos Condensador a Ar	Recursos Hídricos Superficiais (Qualidade das Águas)	Impacto de Efluentes Líquidos sobre a Qualidade da Água	N	CE	B	CO	R	C	L	P	Alta	Baixa	Melhoria da qualidade hídrica por meio de tratamento de esgotos	Monitoramento da qualidade das águas	Consórcio InterGen / CPFL / Shell Comitê de Bacia
Descarte/reuso de efluentes líquidos tratados Torre Úmida	Ecossistema Aquático	6.2.2.1– Impacto do Descarte e Reuso sobre a biota aquática	P	PO	M	CO	R	M	L	P	Média	Média		Plano de Monitoramento da Biota aquática	Consórcio CPFL / InterGen / Shell
Descarte efluentes líquidos tratados Condensador a Ar	Ecossistema Aquático	Impacto do Descarte sobre a biota aquática	N	PO	B	CO	R	M	L	P	Média	Baixa		Plano de Monitoramento da Biota aquática	Consórcio InterGen / CPFL / Shell

N – Natureza {positivo (P) / negativo (N)}

O – Ocorrência {certa (CE), provável (PR), possível (PO)}.

M – Magnitude {Baixa (B), média (M) e alta (A)}.

F – Frequência {constante (CO), eventual (EV), cíclica (CI)}

R – Reversibilidade {Sim (R) / Não (I)}

T – Temporalidade - {curto (C), médio (M) e longo (L)}

L – Localização {localizada (L), Dispersa (D)}.

D – Duração { Temporário (T), Permanente (P)}.

Mitigabilidade / Potencialidade { Alta, Média ou Baixa }

Relevância do impacto { Alta, Média ou Baixa }

Como fruto da interação entre o empreendedor e a comunidade, as medidas propostas nesta complementação, tanto em projeto quanto como as medidas mitigadoras, permitem verificar que a inserção de UGE Carioba II no contexto regional virá induzir ações que possam sustentar a viabilidade ambiental do projeto na região, pois constata-se que:

1. Na questão da água, a proposta de utilização de Sistema de Resfriamento por Condensador a Ar, em substituição à Torre Úmida, reduzirá significativamente a necessidade de captação de água, resultando em diminuição expressiva dos impactos sobre a disponibilidade dos recursos hídricos superficiais, em uma bacia já bastante comprometida com diversas demandas, possibilitando também a melhoria de sua qualidade.
2. Sem considerar a medida proposta para regularização, via reservatório de Salto Grande, os impactos na disponibilidade do rio Piracicaba serão bastante reduzidos, uma vez que o volume a ser consumido pelas perdas do processo de geração de energia da UGE Carioba II não deverá ultrapassar $0,009\text{m}^3/\text{s}$ ou cerca de 0,07% da $Q_{7,10}$ calculada para a seção do rio Piracicaba onde a UGE deverá se instalar. Em comparação com a antiga configuração, quando o consumo de água era cerca de $0,30\text{m}^3/\text{s}$ (aproximadamente 2,5% $Q_{7,10}$), houve uma redução de 97% no consumo de água, o que é bastante significativo.
3. A mudança da regra operativa do reservatório de Salto Grande, que passará a ser operado como elemento regulador, adicionando um volume de $1,2\text{m}^3/\text{s}$ na calha do rio Piracicaba no período de estiagem, ou durante quatro meses. Esta medida é muito expressiva quando verifica-se que poderá adicionar cerca de 10% da $Q_{7,10}$, que foi calculada em $11,9\text{m}^3/\text{s}$. O uso do reservatório de Salto Grande para a regulação da vazão do rio Piracicaba e o financiamento do programa de aumento de disponibilidade hídrica significam uma melhora na condição do rio Piracicaba, tanto em termos de qualidade quanto de quantidade.
4. Quanto à questão da qualidade, os efluentes da UGE Carioba II serão encaminhados ao rio Piracicaba, após tratamento, em níveis que não devem alterar a qualidade hoje observada no rio, conforme mostrado em itens anteriores deste documento. Mas, mesmo assim, o Consórcio Interger / CPFL / Shell, mantendo o princípio de trazer resultados positivos para o meio ambiente da região, deverá investir na diminuição de carga que chega ao rio Piracicaba, melhorando as condições de lançamento dos efluentes. Os resultados desta ação devem garantir a retirada de uma quantidade significativa de poluentes que hoje ainda são descarregados no rio Piracicaba, resultando em impacto positivo para a qualidade das águas e biota aquática.

5. É importante ressaltar na questão da qualidade do ar que não haverá alteração em função da mudança tecnológica, pois serão mantidos os mesmos níveis de emissão. Além disso, tendo em vista o compromisso do empreendedor em trazer a melhor tecnologia disponível para turbinas a gás, foi garantido para as mesmas o nível de emissão de NOx de 9 ppm.

5.4

PROGRAMAS AMBIENTAIS

Na tabela 5.5 é apresentado o resumo dos programas ambientais que serão implementados com a instalação da UGE Carioba II. Estes programas foram reavaliados de forma consistente com a modificações dos impactos decorrentes da utilização de Condensador a Ar. Vale ressaltar que, através destes programas, busca-se a melhoria da região onde se insere o empreendimento, assegurando sua viabilidade ambiental.

Tabela 5.5 Síntese dos Programas Ambientais e seus Custos

<i>Programa Proposto</i>	<i>Custo Envolvidos</i>	<i>Prazo de execução</i>
1 - Programa de Comunicação	- R\$ 1.000.000,00 durante o planejamento e implantação - R\$ 35.000,00 / ano, durante a operação - Subtotal 1: R\$1.875.000,00	25 anos
2 – Programa de Monitoramento do Aquífero	- R\$ 20.000,00 instalação dos poços - R\$ 7.000,00 / ano Subtotal 2: R\$ 195.000,00	25 anos
3 – Programa de Recomposição Florestal	- R\$ 100.000,00 na implantação - R\$ 4.000,00 / ano, para manutenção Subtotal 3: R\$ 112.000,00	3 anos
4 – Programa e Campanhas Educativas com a Prefeitura	R\$ 20.000,00 / ano Subtotal 4: R\$ 500.000,00	25 anos
5 – Programa de Melhoria Ambiental no Entorno do Empreendimento	R\$ 85.000,00 / ano Subtotal 5: R\$2.125.000,00	25 anos
6 – Paralisação da Usina Térmica Carioba	- R\$ 3.000.000,00 (devido à perda de receita) Subtotal 6: R\$ 3.000.000,00	
7 – Programa de Monitoramento de Emissões Atmosféricas	- R\$ 5.000.000,00 Subtotal 7: R\$ 5.000.000,00	25 anos
8 – Programa de Operação do Reservatório de Salto Grande	- R\$ 10.000.000,00 (perda de capacidade de geração média de 0,7 MW médios); - R\$ 30.000,00 (em equipamentos); - R\$ 24.000,00 (anuais em mão-de-obra) Subtotal 8: R\$ 10.630.000,00	25 anos
9 – Programa de Financiamento para Aumento da Disponibilidade Hídrica e Educação Ambiental na Bacia do Rio Piracicaba	- R\$ 80.000,00 / ano - R\$ 100.000,00 / ano (Programas de Educação Ambiental, indicados pelo Comitê) Subtotal 9: R\$ 4.500.000,00	25 anos
10 - Programa de Tratamento de Efluentes	- R\$ 150.000,00 / ano Subtotal 10: R\$3.775.000,00	25 anos
11 - Programa de Monitoramento de Espécies Vegetais	R\$ 200.000,00 Subtotal 11: R\$ 200.000,00	3 anos
12 - Programa de Monitoramento do Ecossistema Aquático	R\$ 40.000,00 / ano Subtotal 12: R\$ 1.000.000,00	25 anos
Total	R\$ 32.887.000,00	

ANEXO 1

ESTIMATIVA E AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE FORMAÇÃO DE OZÔNIO OCASIONADO PELAS EMISSIONES DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS DA USINA TERMOELÉTRICA CARIIBA II

RELATÓRIO

Consórcio InterGen / CPFL / Shell

*Estimativa e Avaliação do Potencial
de Formação de Ozônio ocasionado
pelas emissões de Poluentes
Atmosféricos da Usina Termoeletrica
Carioba II.*

Agosto, 2001

Referência: WO A160/01.03

Para e em nome de:
ERM Econsult Ltda.

Aprovado por: Marco Antonio Fabiani

Assinatura: _____

Cargo: Diretor de Projeto

INDICE

SUMÁRIO EXECUTIVO	2
1.0 INTRODUÇÃO	2
2.0 POTENCIAL DE FORMAÇÃO DE OZÔNIO	3
2.1 FORMAÇÃO DE OZÔNIO	3
2.2 MODELAGEM RPM – AVALIAÇÃO PRELIMINAR	4
3.0 AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS PARA O PROJETO CARIOBA	18
3.1 FORMAÇÃO DE OZÔNIO – ABORDAGEM	18
3.2 ESTIMATIVA DO POTENCIAL DE FORMAÇÃO DE OZÔNIO	20
4.0 CONCLUSÕES – FORMAÇÃO DE OZÔNIO	21

SUMÁRIO EXECUTIVO

A URS Corporation foi contratada pelo Consórcio InterGen / CPFL / Shell para a realização de estudo referente ao potencial de formação de Ozônio (O_3) devido às emissões de Óxidos de Nitrogênio (NO_x) e Compostos Orgânicos Voláteis (VOCs) oriundas da chaminé da Usina Termoeletrica Carioba II e a ERM Brasil fez a tradução e adaptação deste relatório.

É importante ressaltar que o ozônio não é um elemento proveniente da queima de combustível na geração de energia, mas um composto formado a partir de uma reação complexa entre os seus precursores primários, NO_2 e VOC, que serão emitidos pela usina.

1.0 INTRODUÇÃO

O Consórcio InterGen / CPFL / Shell está propondo a construção e operação de uma usina termoeletrica em Americana - UGE Carioba II, no estado de São Paulo - Brasil. A UGE Carioba II será constituída por quatro módulos ou blocos independentes de geração, em ciclo combinado, utilizando gás natural como único combustível, tendo cada um dos módulos a configuração 1x1x1, ou seja, composto por um turbogerador de combustão a gás (TGGs), uma caldeira de recuperação de calor (HRSGs – *heat recovery steam generators*) e um turbogerador a vapor (TGV). Este projeto incluirá turbinas de combustão que utilizam gás natural como combustível e tecnologia de *dry-low* NO_x para minimizar as emissões de NO_x .

Na condição padrão de operação esta termoeletrica produzirá 945 MW. Em condições de potência máxima, a capacidade de geração será de cerca de 1.200 MW. Todos os cálculos realizados neste relatório levam em conta as condições de capacidade máxima.

A operação desta usina permitirá a paralisação da UTE Carioba (Carioba I), que tem capacidade instalada de 32 MW (2x 16 MW), e atualmente opera com capacidade máxima. A planta foi instalada entre 1952 e 1954, e iniciou a operação em Agosto de 1954.

Os trabalhos foram desenvolvidos pelas equipes técnicas da URS, Sr. Perry H. Fontana, da ERM: Sr. Aldérico Marchi, Sr. Marco Fabiani, Valdemir Pereira Ramos e Giovana Rubim Gomes na elaboração do estudo de potencial de formação de ozônio.

2.0 *POTENCIAL DE FORMAÇÃO DE OZÔNIO*

2.1 *FORMAÇÃO DE OZÔNIO*

As Diretrizes do Órgão de Proteção ao Meio Ambiente dos Estados Unidos (USEPA) sobre Modelos de Qualidade do Ar incluíram a avaliação de diversos modelos fotoquímicos para abordar assuntos relacionados ao potencial de formação de ozônio, a partir de fontes pontuais. Um destes modelos é o EKMA, que segundo a USEPA, não é o modelo mais adequado para simulação de fontes pontuais, pois as emissões destas fontes são rapidamente dispersas no perímetro urbano, e a contribuição individual de cada fonte é dissipada devido a esta ampla diluição regional. Embora outros modelos, tais como o *Urban Airshed Model* (UAM) possam controlar especificamente resoluções regionais de fontes pontuais através de células em grade, o grau de resolução (na ordem de 4-5 km) ainda é insuficiente para determinar o comportamento nas proximidades das fontes pontuais. Além disso, os recursos e os dados de processamento requeridos para o UAM são muito extensos, e isto não é recomendável para avaliação do impacto de fontes pontuais.

O *Reactive Plume Model* (RPM - Versão IV) é a melhor escolha para modelagem detalhada, caso a caso, dos impactos de fontes pontuais de ozônio. Entretanto, este modelo exige uma grande compilação de dados aerométricos e de emissões. Além disso, as diretrizes para aplicação do RPM para uma única fonte pontual não estão definidas claramente (USEPA, 1999). Conseqüentemente, a utilização de modelos fotoquímicos para avaliar os impactos decorrentes de fontes pontuais está atualmente limitada, sendo portanto focalizada nas plumas compostas predominantemente por VOCs.

Para atender este requerimento, pode-se desenvolver uma abordagem de avaliação preliminar, tomando-se como base diversos resultados do modelo RPM e análises de sensibilidade (Scheffe, 1997), que foi a abordagem aplicada ao projeto da usina termoeletrica Carioba II. Scheffe sugeriu que em algumas situações fosse usado um fator de multiplicação para os piores casos. Entretanto, o resultado obtido a partir das tabelas padrões já é conservador, e a utilização deste fator não iria alterar a magnitude desta estimativa. O procedimento de avaliação preliminar permite a utilização de tabelas compiladas a partir de resultados do modelo RPM, para estimar o aumento potencial de formação do ozônio resultante de emissões de uma única fonte pontual. A USEPA recomendou esta abordagem para fontes pontuais apresentando emissões significativas dos precursores de ozônio.

2.2 *MODELO RPM – AVALIAÇÃO PRELIMINAR*

A metodologia de avaliação preliminar é baseada em diversas aplicações e condições de simulação do modelo RPM. Todas as aplicações do modelo utilizaram o *Carbon Bond Mechanism IV* (CBM).

O *Reactive Plume Model* (RPM-IV) é um modelo fotoquímico de segmento de pluma que simula a evolução da pluma fotoquímica, representando-a como uma série de células dispostas em toda a extensão horizontal da pluma. É um modelo Lagrangiano, que representa uma parcela de ar de poluentes que se movimenta na direção a favor do vento, simulando o arraste do ar ambiente (*background*) e as transformações químicas resultantes na pluma. Cada aplicação do modelo simula a trajetória de uma parcela de ar no seu percurso na direção do vento. Este modelo estima as concentrações, em curto prazo, de poluentes primários (emissões reativas ou inertes) e poluentes secundários (compostos formados em plumas provenientes de fontes pontuais). Diferentes mecanismos químicos podem ser utilizados dentro e fora da pluma em várias aplicações do modelo, como por exemplo, aproximações de índice de reação de primeira-ordem, sistemas químicos não-lineares, diferentes níveis de condensação de um mecanismo diretor ou, ainda, diferentes representações de reações químicas (ou seja, constantes alternativas de índices de reação).

O modelo atual (RPM-IV) inclui diversos aprimoramentos quando comparado com a versão anterior (RPM-II). O modelo RPM-IV utiliza um rigoroso solucionador de equação diferencial (método proposto primeiramente por Gear, 1971), que integra, explicitamente, todas as reações no mecanismo cinético-químico de entrada. O CBM é fornecido junto ao programa, embora outros mecanismos químicos possam ser usados, alterando-se o arquivo de dados de entrada. Na versão de cenário estável do modelo, o RPM-IVSS emprega essa aproximação no esquema de solução para várias espécies de radical de reação rápida, e resolve as equações diferenciais referentes ao CBM utilizando o método de Newton. Este modelo (RPM-IVSS) utiliza apenas o mecanismo CBM, que é parte integral do código do procedimento de solução numérica.

Outros aprimoramentos recentes incluem:

- Incorporação da última versão do CBM, incluindo a atualização de 1991 da química PAN (Peroxyacetylnitrate) e uma reação XO_2-HO_2 ;
- A opção de obter constantes de taxa de fotólise calculadas;
- Flexibilidade aperfeiçoada – com relação às opções entrada e saída;
- Interface amigável com o usuário (SETUPRPM), de fácil utilização, permitindo que os dados de entrada sejam desenvolvidos através de uma série de questões e respostas; e
- Possibilidade de interface com dados de entrada e saída do *Regional Oxidant Model* (ROM) da USEPA (pré-processador ROM-RPM) e *Urban Airshed Model* (UAM) (pré-processador UAM-RPM).

2.2.1 CONCEITOS GERAIS DO MODELO

O modelo RPM simula os processos químicos e de arraste de uma pluma de reação fotoquímica. Portanto, as informações concernentes às condições meteorológicas e condições da qualidade do ar - *background* - devem ser lançadas no modelo. Os dados mais importantes incluem a descrição da expansão da pluma durante o seu percurso na direção do vento, as concentrações do ar ambiente que serão arrastadas pela pluma, os índices das reações de fotólise e quaisquer fontes de emissão que estão localizadas na trajetória da pluma.

Uma vez que a parcela de ar move-se na direção a favor do vento, partindo de um ponto de emissão (normalmente, uma fonte pontual que está sendo analisada) independente das coordenadas x e y em UTM (o tempo desde a emissão e a distância a favor do vento da parcela de ar).

Expansão da Pluma: Pode ser explicitamente definida pelo usuário através da especificação da largura e profundidade da pluma em função da distância a favor do vento. Alternativamente, a altura de estabilidade e mistura atmosférica pode ser especificada em função do tempo, e o RPM irá calcular as taxas de expansão da pluma utilizando as curvas de expansão *Pasquill-Gifford-Turner* (PGT) e os dados de entrada de velocidade do vento. Os programas de pré-processamento ROM-RPM e UAM-RPM também utilizam as taxas de dispersão PGT para definir a largura e profundidade das plumas.

Qualidade do Ar Ambiente: Os dados de entrada no RPM referentes às concentrações ambiente (background) são informações importantes que podem definir se as emissões da fonte irão formar ou não ozônio. As concentrações ambientes podem ser lançadas pelo usuário em função do tempo, ou seja, tempo desde a emissão da parcela de ar. Alternativamente, as concentrações iniciais do ar ambiente podem ser especificadas e o RPM irá executar uma simulação da evolução química das concentrações iniciais através de uma simulação de ar do tipo “*box model*” ou “ambiente”. O background também pode ser obtido através dos modelos de grade fotoquímica UAM ou ROM, utilizando pré-processadores ROM-RPM ou UAM-RPM.

Taxa de Fotólise: As taxas de fotólise (taxas de reações químicas dependentes da luz solar) tanto podem ser lançadas no sistema ou, no caso do CBM, calculadas pelo RPM utilizando a informação fornecida sobre a localidade (latitude / longitude) e época do ano.

Emissões: As emissões são dados de entrada do RPM em função da distância a favor do vento, e são lançadas na pluma (parcela de ar) quando a mesma passa sobre uma área específica, sempre a favor do vento.

2.2.2 APLICAÇÕES

O RPM-IV pode ser aplicado em uma variedade de casos de poluição atmosférica, envolvendo espécies de poluente reativos.

No passado, o modelo foi utilizado primariamente para a simulação de plumas provenientes de fontes pontuais, embora tenha sido utilizado para analisar algumas fontes de emissão mais dispersas. O modelo atual pode lidar com diversas fontes simultaneamente, se estas se encontram alinhadas de acordo com a trajetória da pluma. O RPM é um modelo Lagrangiano (de trajetória) que necessariamente assume uma parcela coerente de ar. Como tal, o modelo deve ser considerado como um modelo de avaliação preliminar, pois não pode simular adequadamente todos os processos atmosféricos associados com a dispersão e formação de poluentes (ou seja, variações repentinas da direção do vento e brisas terrestres / marítimas).

O modelo RPM tem sido utilizado com sucesso para avaliar os seguintes cenários:

- O impacto das emissões de fontes pontuais em níveis de oxidantes em áreas urbanas e rurais localizadas a favor do vento.
- O impacto de emissões de NO_x provenientes de fontes pontuais nas concentrações encontradas a favor do vento.
- O efeito de emissões de hidrocarbonetos e NO_x provenientes de fontes difusas nos níveis de oxidantes em áreas urbanas e rurais localizadas a favor do vento.
- O impacto de emissões de SO_2 provenientes de fontes pontuais nas concentrações de SO_2 encontradas a favor do vento, utilizando um pacote cinético-químico altamente complexo para levar em conta a conversão química do SO_2 em sulfatos.
- A sensibilidade da formação de ozônio em uma pluma com relação aos parâmetros mais importantes, incluindo: a taxa de expansão da pluma, qualidade do ar ambiente (*background*), taxas de fotólise, o mecanismo cinético-químico, e o procedimento de resolução do mecanismo químico (ou seja, o método Gear ou o método Newton com aproximação de um cenário estável).

O modelo é bastante útil para diversos tipos de estudos regulamentadores, como por exemplo: revisões de novas fontes; estudos de prevenção de deterioração significativa; avaliações de tecnologia de controle; formulação e avaliação de estratégias referentes ao controle de emissões; e estudos de diminuição de visibilidade. Como uma ferramenta de pesquisa, o modelo também é útil para desenvolver mecanismos químicos condensados, examinando os efeitos de mecanismos químicos alternativos na formação de

ozônio, ou analisando os efeitos de aproximações de cenário estável na formação de ozônio.

2.2.3 AVALIAÇÃO DO MODELO

A USEPA realizou uma avaliação do desempenho do modelo RPM-IV utilizando dados do Programa de Medição do MISTT (*Midwest Interstate Sulfur Transformation and Transport*). Diversas bases de dados de medições de plumas foram revisadas para verificar se eram apropriadas para execução desta avaliação preliminar do desempenho do modelo. O conjunto de dados do MISTT foi selecionado pois continham dados suficientes para desenvolver informações de entrada para o modelo RPM, abrangendo vários dias com diferentes situações meteorológicas, e fornecendo informações para avaliação do RPM com relação a quatro diferentes espécies de poluente: O₃, NO₂, NO, e SO₂. Embora alguns outros conjuntos de dados (ou seja, conjuntos de dados de EPRI *Four Corners* de 1975–1976 ou de VISTTA de 1979) efetuassem medições de plumas melhor definidas, a maioria destes conjuntos advém de estudos de plumas provenientes de fontes únicas em locais isolados, sem interferência de outras fontes. Conseqüentemente, as medições de ozônio em plumas tenderam a ser mais baixas do que as de ozônio ambiente, devido às quantidades insuficientes de hidrocarbonetos disponíveis para iniciar a formação de ozônio na pluma de NO_x.

O programa MISTT coletou dados sobre plumas geradas pela Usina Elétrica de Labadie (próxima a St. Louis) e pela pluma urbana da cidade de St. Louis. O estudo do MISTT foi executado durante 18 dias entre junho e agosto de 1976. Os trajetos de aeronave nas plumas foram feitos pela *Meteorology Research Incorporated* (MRI) e pela *Universidade de Washington* (WU) em 13 dias; MRI e WU coletaram dados em conjunto somente em sete destes dias.

Foram simulados dezesseis cenários de medição de pluma utilizando-se o RPM-IV e a versão de 1991 da química do *Carbon Bond Mechanism IV* (CBM), com adição de SO_x.

Um esforço considerável foi feito durante a avaliação do RPM-IV para extrair dados adequados referentes aos parâmetros de pluma e dados meteorológicos, a partir da base de dados do MISTT. O RPM-IV foi executado na configuração MODE2 = 2 (ou seja, simulação somente de pluma) pois dados sobre hidrocarbonetos, NO_x, e SO₂ foram fornecidos como concentrações ambiente (background) para todos os cenários de interesse. A fonte pontual é representada pela Usina Elétrica de Labadie,

localizada, para propósito de inserção no modelo, a 91,0° de longitude e 38,5° de latitude.

As trajetórias do avião, através da pluma, durante cada dia de medição representam um dado específico de observação da média da pluma a ser comparado com as previsões do modelo. Do total de 16 cenários de medição de pluma, foram realizadas 28 trajetórias do avião através da pluma. A avaliação do modelo da USEPA é, portanto, restrito a uma amostra de 28 trajetórias através da pluma. As medições de SO₂ e ozônio foram feitas em todas as trajetórias do avião do MRI e da WU. A aeronave da WU não mediu NO_x e, em algumas vezes, a aeronave do MRI somente mediu NO_x ou NO, e neste caso as "medições" de NO₂ tiveram de ser deduzidas, assumindo-se um estado foto-estacionário entre NO, NO₂ e ozônio.

A avaliação preliminar do desempenho do modelo baseou-se nas seguintes medidas:

- Curvas de concentrações de SO₂, O₃, NO₂ e NO previstas *versus* observadas;
- Medições estatísticas de observações, previsões e residuais (definidas como valores observados menos valores previstos) para as quatro espécies de poluente; e
- Curvas de resíduos *versus* distância e cenário a favor do vento.

As concentrações de ozônio previstas e observadas são comparadas na Tabela 1. Conforme pode ser visto na Tabela 1, o RPM-IV executa uma função adequada, replicando as concentrações médias de ozônio nas plumas obtidas pelas passagens das aeronaves. Os erros de viés e bruto (média absoluta) são praticamente idênticos, 11 e 13 ppb, respectivamente.

O modelo rastreia tendências quanto às concentrações de ozônio observadas com razoável precisão, com um coeficiente de correlação de 0,75. Mais de 85% das concentrações de ozônio previstas encontram-se dentro de um ou dois fatores dos valores observados.

TABELA 1 - CONCENTRAÇÕES MÉDIAS DE OZÔNIO NAS PLUMAS PREVISTAS E OBSERVADAS (PPB) GERADAS PELA USINA ELÉTRICA DE LABADIE, UTILIZANDO TRAJETÓRIAS DE AERONAVE DA BASE DE DADOS DO MISTT.

Cenário	Data (Julho /1976)	Distância a Favor do Vento (km)	Concentração (ppb)		Percentual 100*[Prev.-Obs.]/Obs.)
			Observado	Previsto	
1	2	5,0	46,0	33,4	-27,4
1	2	69,0	34,0	47,3	39,1
1	2	120,0	72,7	62,3	-14,3
2	5	10,0	41,5	37,0	-10,8
2	5	27,0	48,5	47,7	-1,6
2	5	46,0	55,5	56,2	1,3
3	5	44,0	55,5	18,6	-66,5
3	5	73,0	57,2	50,3	-12,1
4	7	85,0	44,0	43,5	-1,1
5	7	83,0	44,0	41,5	-5,7
5	7	108,0	43,0	45,0	4,7
6	14	23,0	50,0	12,9	-74,2
6	14	44,0	51,9	28,6	-44,9
7	14	46,0	76,0	59,6	-21,6
8	15	29,0	38,7	38,9	0,5
8	15	52,0	59,3	53,9	-9,1
9	18	26,0	55,3	53,9	-2,5
10	20	21,0	51,3	45,3	-11,7
10	20	60,0	71,0	62,6	-11,8
11	23	25,0	42,8	6,5	-84,8
11	23	125,0	77,5	60,0	-22,6
11	23	165,0	91,0	85,1	-6,5
12	28	51,2	0,0	0,0	N / A
13	28	27,0	74,8	62,1	-17,0
14	30	26,8	62,5	25,3	-59,5
15	30	12,0	72,3	75,7	4,7
15	30	23,0	93,2	88,9	-4,6
16	30	35,0	112,7	62,9	-44,2

Uma das características verificadas é que o modelo tende a executar uma sub-predição de algumas das concentrações de ozônio mais baixas observadas. Uma análise de resíduos, em função da distância, indica que estas sub-predições ocorrem em distâncias a favor do vento mais próximas à fonte (inferiores a 50 km). Desta forma, esta sub-predição poderá ser resultado do fato de que os dados medidos foram coletados durante trajetórias de avião, os quais se movimentaram de dentro para fora da pluma desprovida de ozônio (ou seja, houve medição tanto das concentrações na pluma quanto das concentrações ambiente), resultando em concentrações médias de ozônio na pluma que são mais elevadas do que seriam se o ar ambiente não tivesse sido incluso. Outra possível explicação da sub-predição de concentrações de ozônio em plumas desprovidas de ozônio é a premissa de que todas as concentrações de espécies de poluente dentro de uma célula do RPM estão totalmente misturadas. Concentrações reduzidas de ozônio em plumas geradas por usinas termoeletricas são frequentemente limitadas pela difusão e não por processos químicos, e as reações limitadas pela difusão não são consideradas na versão do RPM-IV que foi avaliada.

A avaliação do RPM-IV pela USEPA demonstrou que o modelo funciona corretamente na resposta de medição dos níveis de ozônio provenientes de fontes pontuais. O modelo demonstrou sua utilidade para prever níveis de concentrações em plumas a favor do vento de fontes isoladas. Entretanto, o modelo não serve para ser utilizado em ambientes urbanos ou em situações em que haja extensiva sobreposição de plumas, como pode certamente ter ocorrido em algumas destas medições. Portanto, o modelo RPM é uma base apropriada para a abordagem preliminar descrita abaixo com relação à futura usina de Carioba.

2.2.4 *DESCRIÇÃO DA MODELAGEM*

Foi desenvolvida uma abordagem para avaliação preliminar a fim de estimar os impactos nos níveis do ozônio ambiente ocasionados pela Usina Termoeletrica Carioba II, com base em resultados das simulações do RPM e análises de sensibilidade, conforme descrito por Scheffe (1997).

Normalmente, a aplicação de uma abordagem específica do tipo avaliação preliminar resulta em estimativas conservadoras. Em casos mais complexos, uma abordagem mais detalhada inclui uma série de informações que vão desde a avaliação preliminar inicial até análises rigorosas.

Cada etapa sucessiva resultaria em estimativas menos conservadoras e mais realistas, geralmente às custas do aumento da alocação de recursos, conforme se procede em direção a análises mais detalhistas e apuradas. Desta forma, considerando as complicações decorrentes da simulação da formação de poluentes secundários como o ozônio e, reconhecendo que uma abordagem preliminar deve englobar um vasto conjunto de aplicações potenciais, a metodologia aplicada foi projetada para produzir valores conservadores que poderiam ser aplicados com alocação mínima de recursos. O uso desta abordagem é mais apropriado para determinar a magnitude geral do impacto causado por uma fonte.

Esta abordagem tem como base diversas análises de sensibilidade do RPM-II, projetado para determinar dados de entrada de “piores situações possíveis” a serem lançadas no modelo. Descrições mais completas da formulação do RPM, requisitos de entrada e opções de saída estão disponíveis no Manual do Usuário do modelo. O modelo requer um conjunto de dados meteorológicos de entrada que determinam o transporte da pluma e taxas de reações químicas, taxas de emissão das espécies precursoras, e *background* de compostos poluentes arrastados quando ocorre a expansão da pluma. Toda a modelagem foi baseada na versão RPM-II usando o CBM.

2.2.5 **BACKGROUND QUÍMICO**

A abordagem preliminar levou ao desenvolvimento de duas tabelas: uma para as aplicações rurais e outra para urbanas. Cada tabela expressa o impacto máximo crescente, a cada hora, no ozônio, como função da taxa de emissão de VOC e do coeficiente de emissão VOC/NO_x. Os resultados do modelo utilizado para desenvolver as tabelas foram executados com uma química ambiente representativa de áreas continentais "limpas". Concentrações ambientes de todas as espécies de poluente do CBM (Tabela 2) presumidas para o ar ambiente de áreas rurais são idênticas às utilizadas nos estudos de modelagem de ozônio em áreas rurais executados com o Regional Oxidant Model (ROM) da USEPA.

TABELA 2 CONCENTRAÇÕES AMBIENTES DE ESPÉCIES DE POLUENTE (PPM) CONSIDERADAS REPRESENTATIVAS EM CONDIÇÕES ATMOSFÉRICAS "LIMPAS"

Poluente	Concentração (ppm)	Poluente	Concentração (ppm)
ALO ₂	9,005E-5	NO	5,054E-5
H ₂ O ₂	1,084E-3	OH	2,947E-7
MGLY	1,529E-6	PHO	4,124E-9
O	1,496E-10	XYL	1,296E-9
PAR	3,224E-3	ETH	1,681E-5
XO ₂	1,171E-5	HO ₂	1,491E-4
C ₂ O ₃	7,389E-7	NO ₂	1,496E-9
HNO ₂	1,859E-6	OLE	4,676E-9
N ₂ O ₅	1,723E-9	TLA	9,338E-9
O ₃	3,193E-2	FORM	1,148E-3
PHEN	4,286E-5	ISOP	0,00E+0
XO ₂ N	1,417E-6	NO ₃	2,041E-8
CO	9,873E-2	PAN	5,167E-5
HNO ₃	1,646E-3	TOL	1,219E-5

No que se refere à tabela urbana, a química foi gerada pela opção modo ambiente do RPM-IV para estimar as concentrações e composição do ar ambiente - *background* (de diluição). Com esta opção, o modelo aceita um conjunto de concentrações precursoras e desenvolve cálculos das reações (volume constante) utilizando o mecanismo CBM. Assim que os perfis das espécies de poluente foram desenvolvidos, a etapa de arraste nos cálculos das plumas subsequentes utiliza as concentrações ambientes simuladas.

Este procedimento de duas etapas foi aplicado no desenvolvimento de um conjunto de perfis do tipo "pior caso possível" referente à concentração ambiente (*background*) de todos os poluentes, através da diminuição incremental dos níveis de precursores no modo ambiente, de maneira que é formado um aumento máximo relativo de ozônio durante as simulações de plumas subsequentes. As concentrações iniciais de precursores utilizados para conduzir a simulação foram baseadas inicialmente nos valores-padrão OZIPM4 (listados abaixo) para NMOC (NMOC e VOC são utilizados de tal modo que um pode substituir o outro), composição e concentração de NO_x e CO, e escalando os valores de forma decrescente em geral (ou seja, reduzindo a concentração total do precursor, mas retendo a composição padrão). A escala decrescente é necessária porque a opção modo ambiente no RPM-IV não provê o ajuste da altura de mistura; conseqüentemente, um conjunto de precursores que pode produzir um perfil realista com diluição típica diurna altamente concentrada, apresenta concentrações irreais com limitações quanto ao volume constante do reator.

DADOS DE ENTRADA NO OZIPM4 DE PRECURSORES PADRÃO

NMOC Total	1,0	ppmc	OLE	0,0175 ppm
NOx Total	0,1	ppm	ETH	0,0185 ppm
NO2	0,025	ppm	FORM	0,021 ppm
NO	0,075	ppm	TOL	0,0127 ppm
CO	1,2	ppm	ALD2	0,026 ppm
PAR	0,564	ppm	NR	0,085 ppm
XYL	0,146	ppm	H2O	0,000 ppm

O conjunto-padrão de precursores OZIPM4 sem redução produz concentração ambiente de ozônio com picos de 46,4 pphm (1.0 pphm = 0.01 ppm). As simulações subseqüentes com reduções gerais de precursor resultaram em aumentos superiores de ozônio e picos inferiores de concentração ambiente de ozônio. O conjunto de dados de entrada de precursores (correspondendo a 16% dos valores-padrão) produziu o maior aumento de ozônio, enquanto a concentração de ozônio ambiente atingiu um valor acima de 12 pphm. Conseqüentemente, este conjunto de precursores foi utilizado para desenvolver as tabelas de avaliações preliminares urbana.

2.2.6 ANÁLISE DA SENSIBILIDADE DO MODELO E DESENVOLVIMENTO DE CENÁRIOS DE “PIORES CONDIÇÕES”

Dados de Entrada e Classificação Meteorológica e de Fonte: Foram executadas análises de sensibilidade de parâmetro único com relação aos seguintes parâmetros: horário de início da simulação, temperatura, profundidade da pluma, largura da pluma, velocidade do vento e composição de VOC na fonte. Uma análise fatorial completa de todas as combinações possíveis não foi executada devido ao alcance, natureza contínua e número de variáveis envolvidas. Cada aplicação do modelo foi desenvolvida utilizando concentrações ambiente rurais, exceto para aplicação do modelo envolvendo a sensibilidade quanto à composição VOC, que foi executada com background químicos urbano e rural.

Foi utilizada em todas as tarefas de sensibilidade uma taxa contínua de emissão de massa de NMOC 10.000 toneladas / ano, utilizando a seguinte composição baseada em valores-padrão EKMA:

ppm CO / ppmc NMOC	-	1,2
ppmc NMOC / ppm NOx	-	10
ppm NOx / ppm NO	-	4

Fração de grupo CB4 com base ppmc

ETH 0,037	TOL 0,089
OLE 0,035	XYL 0,117
ALD2 0,052	PAR 0,564
FORM 0,021	NR 0,085

Todas as simulações utilizaram o local-padrão EKMA de Los Angeles, Califórnia (Latitude 34,058; Longitude 118,256; 21/06/75); praticamente nenhuma sensibilidade resultou da variação da latitude.

Emissões NMOC Mistas: Além da mistura-padrão EKMA com uma NMOC / NOx de 10, o modelo foi aplicado com emissões NMOC de componente único, representando cada classe CBM (exceto isopreno) e diferentes coeficientes NMOC / NOx.

Visando evitar problemas numéricos requerendo um tempo excessivo de computação para olefinas, foi utilizada uma mistura de 70% de olefinas e 30% de parafinas, no lugar de olefinas puras.

Estas emissões de componente único foram utilizadas no modelo com taxas de emissões de massa de CO e NOx que foram idênticas às aplicadas para mistura-padrão das emissões EKMA, conforme descrito acima (no que se refere às diferenças de peso molecular entre os cenários de emissão). Todas as emissões NMOC foram baseadas na taxa-padrão de emissão em massa de 10.000 tons / ano. Além disso, coeficientes NMOC / NOx adicionais de 5 e 2 (com base na mistura-padrão EKMA) foram aplicados para todas as misturas das emissões.

2.2.7

RESULTADOS DA ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

Com base nos resultados das análises de sensibilidade, os valores meteorológicos abaixo foram utilizados nas aplicações do modelo para desenvolver as tabelas de avaliação preliminar e de abordagem:

Dados de Entrada Meteorológicos	
Velocidade do Vento	1 m / s
Estabilidade atmosférica (governando a dispersão horizontal) Pasquill Gifford	Classe C
Profundidade da Pluma	700 m
Temperatura ambiente	311 K
Horário de início	1000 hora local (NMOC / NO _x > 5).
	0700 hora local (5 > NMOC / NO _x > 1).
	0600 hora local (NMOC / NO _x < 1)
Horário de Início urbano	0800 hora local todos os coeficientes

Com relação ao horário de início, muito pouca sensibilidade foi atribuída às alterações do horário de 0600 para 1200 hora local para misturas-padrão com NMOC / NO_x = 10. A sensibilidade com relação a este fator aumentou na mesma proporção que o coeficiente NMOC / NO_x diminuiu; em coeficientes NMOC / NO_x inferiores, horários de início mais cedo produzem um aumento maior de ozônio. Titulação de ozônio em óxido nítrico (NO) não é dominante em NMOC / NO_x elevado.

Desta forma, o horário de início perfeito para maximizar a formação de ozônio ocorreria no final do dia, quando uma pluma rica em NMOC é exposta a um elevado nível de radiação incidente. Por outro lado, em coeficientes NMOC / NO_x baixos, os níveis de NO_x relativamente altos sequestram ozônio e desativam diversos radicais livres necessários para os compostos VOC durante o processo de formação de ozônio.

Conseqüentemente, a pluma requer mais tempo para atingir o melhor potencial de formação de ozônio. Por conseguinte, um horário de início mais cedo, que fornece uma radiação incidente mais intensa nos segmentos da pluma em áreas a favor do vento, é necessário para permitir a diluição do NO_x e a conversão de NO em NO₂. Devido a estes efeitos conjuntos entre coeficientes NMOC / NO_x e períodos de exposição da pluma, foram utilizados tempos de início para o desenvolvimento das tabelas de avaliações preliminares rural que variaram com o coeficiente NMOC / NO_x.

Conforme mencionado anteriormente, assumiu-se que o ar ambiente urbano seria consistente se NMOC e NOx urbanos entre 6 - 9 horas da manhã fossem irradiados. Em vista disso, para fornecer consistência com a composição e níveis de precursores ambientes, todas as simulações urbanas iniciaram às 8 horas da manhã hora local.

Variações da velocidade do vento transmitem o grau mais elevado de sensibilidade nos maiores acréscimos de ozônio. Pequenas diminuições sucessivas nos impactos de ozônio ocorrem na proporção que a velocidade do vento aumentou de 1 para 5 m/s; uma resposta lógica pois, na prática, dobrar a velocidade do vento representa um aumento de 50% na taxa de diluição.

A formação de ozônio aumentou na proporção que as classes de estabilidade alteraram da Classe A (1) para a Classe E (5). Este efeito é causado pela sucessiva diluição do vento (cada vez menor) durante a progressão por categorias de estabilidade mais elevadas. Embora as classes de estabilidade D e E aumentem a quantidade de ozônio, estas classes de estabilidade são claramente inconsistentes com outras condições de formação de ozônio consideradas perfeitas (plena luz do sol, ventos suaves). É apropriado seguir uma abordagem conservadora consistente com qualquer estabilidade.

De fato, a seleção de um cenário de dispersão mais estável é totalmente consistente com a noção do movimento irregular da pluma, através da qual a dispersão da pluma calculada a partir de parâmetros-padrão de dispersão englobe um perfil completo de vento lateral, devido ao movimento irregular da pluma, ainda que a dimensão efetiva do vento lateral nas plumas (onde as reações ocorrem) seja governada por uma dimensão de vento lateral instantânea. Enquanto o movimento irregular das plumas certamente aumenta a exposição área de uma determinada pluma, a reatividade depende das dimensões reais do vento lateral em um momento específico no tempo.

A resposta da formação de ozônio em relação a variações da profundidade da pluma (ou seja, dimensão vertical constante o tempo todo) é semelhante à observada com relação à velocidade do vento, um fenômeno de diluição aparente. A seleção de uma profundidade máxima de 700 m é, reconhecidamente arbitrária. Obviamente um limite superior deve ser imposto para levar em conta elevações baixas de mistura; de outra maneira, uma pluma iria crescer infinitamente e muito rapidamente. Enquanto a existência de alturas de mistura de 700 m é comum, a ocorrência de uma altura de mistura tão baixa, sob ótimas condições de formação de ozônio,

não é provável em muitos locais. Todavia, um limite superior deve ser imposto e a diferença nos aumentos máximos de ozônio entre 700 m e 900 m é cerca de 15%. Além disso, medições observadas no verão, no período da tarde, das profundidades das plumas tomadas do estudo de Tennessee Plume (EUA) demonstram profundidades que se encontram tipicamente entre 500 m e 700 m.

A formação de ozônio aumentou com o aumento da temperatura, um resultado consistente com as correlações observadas entre alta temperatura e os altos níveis de ozônio. A escolha de 311° K (100° F) não é considerada elevada.

3.0 AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS PARA O PROJETO CARIوبا

3.1 FORMAÇÃO DE OZÔNIO - ABORDAGEM

A avaliação de impacto utilizou tabelas de avaliação preliminares desenvolvidas pela USEPA, conforme mencionado acima.

Estas tabelas foram elaboradas através da execução de uma matriz dos resultados sob diferentes taxas de emissões VOC e coeficientes de emissões NMOC / NO_x. Todos os valores da tabela rural foram baseados em simulações iniciando em 1000 hora local para manter consistência na interpretação dos dados. Diversas tendências existem entre os dados utilizados para desenvolver as tabelas:

- 1) No que se refere a coeficientes NMOC / NO_x superiores a 3, qualquer aumento nas emissões NMOC leva a um aumento do valor máximo de ozônio.
- 2) Quando as taxas de emissão de NMOC aumentam, existe um coeficiente de emissões NMOC / NO_x ótimo, e este coeficiente diminui de acordo com o aumento das dimensões da fonte de NMOC.
- 3) Em coeficientes de emissões NMOC / NO_x inferiores a 3, o aumento das emissões de NMOC (e NO_x) pode levar a diminuição relativa nos valores máximos de ozônio, bem como déficits de ozônio durante um dia solar.

Apresentamos nas Tabelas 3 e 4 as avaliações preliminares da USEPA usadas para áreas rurais e urbanas. A tabela rural foi utilizada para a avaliação da futura usina de Carioba II.

TABELA 3 - ACRÉSCIMO DE OZÔNIO RURAL (PPHM) COMO FUNÇÃO DE EMISSÕES DE NMOC E OS COEFICIENTES DE NMOC/NO_x

Emissões NMOC (ton/ano)	NMOC/NO _x (ppmc/ppm)								
	VOC	30	20	15	12	10	5	3	1
50	0,21	0,23	0,24	0,25	0,25	0,27	0,35	0,42	0,70
75	0,21	0,24	0,25	0,27	0,29	0,32	0,42	0,53	0,83
100	0,20	0,27	0,28	0,31	0,34	0,36	0,49	0,63	0,92
300	0,19	0,44	0,53	0,60	0,69	0,72	0,94	1,09	1,14
500	0,18	0,63	0,76	0,88	0,96	1,02	1,25	1,36	0,87
750	0,16	0,85	1,05	1,17	1,29	1,32	1,55	1,55	0,39
1000	0,15	1,08	1,33	1,46	1,57	1,59	1,80	1,68	0,12
1500	0,15	1,47	1,82	2,01	2,03	2,15	2,20	1,70	-
2000	0,15	1,86	2,24	2,48	2,56	2,65	2,44	1,61	-
3000	0,15	2,63	3,20	3,39	3,46	3,54	2,87	1,29	-
5000	0,15	3,93	4,65	4,88	5,00	4,97	3,22	0,90	-
7500	0,14	5,49	6,52	6,63	6,73	6,63	3,40	0,75	-
10000	0,13	6,83	8,11	8,22	8,57	8,06	3,62	0,65	-

- Indica nenhum aumento observado de ozônio

TABELA 4 - ACRÉSCIMO DE OZÔNIO URBANO (PPHM) COMO FUNÇÃO DE EMISSÕES DE NMOC E OS COEFICIENTES DE NMOC/NO_x

NMOC/NO _x (ppmc/ppm)								
Emissões NMOC (ton/ano)	VOC	30	20	15	10	5	3	1
50	0,38	0,27	0,36	0,36	0,36	0,34	0,32	0,21
75	0,39	0,39	0,38	0,38	0,38	0,35	0,32	0,20
100	0,42	0,40	0,40	0,40	0,39	0,35	0,32	0,22
300	0,59	0,57	0,54	0,52	0,51	0,42	0,34	0,62
500	0,74	0,71	0,68	0,68	0,62	0,46	0,48	0,93
750	1,09	0,90	0,87	0,85	0,78	0,61	0,65	1,31
1000	1,38	1,08	1,07	1,02	0,91	0,74	0,89	1,56
1500	1,93	1,61	1,41	1,36	1,21	1,02	1,27	1,64
2000	2,35	2,07	1,80	1,68	1,48	1,33	1,63	1,24
3000	3,16	2,81	2,59	2,28	2,00	1,95	2,17	0,14
5000	4,43	4,31	4,01	3,43	3,11	2,99	3,09	-
7500	5,34	5,76	5,56	4,92	4,37	4,17	3,64	-
10000	5,90	7,03	6,93	6,31	5,49	5,17	3,55	-

- Indica nenhum aumento observado de ozônio

A aplicação das tabelas de avaliações preliminares (Tabelas 3 e 4) requer a determinação das taxas de emissões de VOC, coeficientes VOC / NO_x das emissões na fonte, e definição de uma localização ambiente (*background*) como "urbano" ou "rural".

3.2

ESTIMATIVA DO POTENCIAL DE FORMAÇÃO DE OZÔNIO

A primeira etapa da avaliação foi determinar se o local seria rural ou urbano. Com base em uma visita realizada, o local foi considerado rural.

A segunda etapa foi determinar o coeficiente VOC / NO_x. A InterGen forneceu emissões estimadas com base em dados de desempenho apresentados pelos fornecedores do equipamento proposto. As emissões de VOC estimadas são de aproximadamente 50 toneladas / ano.

As emissões estimadas de óxido de nitrogênio são de aproximadamente 1.759 toneladas / ano, considerando-se um coeficiente de 0,028 a fim de converter este coeficiente para relacionar as emissões em unidades molares, de acordo com coeficientes ambientes de VOC / NO_x. O coeficiente bruto foi multiplicado por 2,875. Este multiplicador deriva da divisão de *moles* de metano por *moles* de dióxido de nitrogênio. O coeficiente ajustado é, portanto, 0,08.

Abaixo é apresentado um comparativo com os inputs usados neste estudo e com os que foram utilizados no Estudo de Dispersão do EIA / RIMA deste projeto.

Inputs Adotados	Inputs Estudo Dispersão – EIA-RIMA por chaminé (total)		
Poluentes			
VOC: 50 ton / ano	VOC: 0,365 g / s (46,04 ton / ano)		
NOx: 1759 ton / ano	NOx: 12,65 g / s (1596 ton / ano)		
Zona: Rural	Zona: Rural		
Dados meteorológicos		96	97
Velocidade Ventos: 1,0 m / s	Velocidade Ventos: (m / s)	3,7	4,8
Estabilidade: C (3)	Estabilidade:	4,1	4,1
Temperatura Ambiente: 311K	Temp. Ambiente: (K)	291,7	292,3
Altura de Mistura: 700m	Altura de Mistura: (m)	1370,2*	1768,2*
		1746,6**	2265,4**

* Urbano; **Rural

Cálculo Razão VOC / NO_x

Mássica: $50 / 1759 = 0,028$

Molar: $\frac{50 / 16}{1795 / 46} = 0,08$

$46,04 / 1596 = 0,029$

$\frac{46,04 / 16}{1596 / 46} = 0,08$

Apesar das taxas de emissões serem um pouco diferentes, as razões de VOC / NOX são as mesmas.

Este coeficiente reflete o fato de que a pluma é altamente dominada por óxidos de nitrogênio. Coeficientes inferiores a 2,0 são considerados dominados por NOx. Já foi determinado que plumas deste gênero seqüestram ozônio e reduzem níveis de ozônio na região próxima (dentro de um raio de 50 km).

De acordo com a USEPA, plumas dominadas por NOx não causam impactos ou efeitos significativos nos níveis de ozônio.

Mas, com o propósito de fazer uma análise conservadora, a avaliação do impacto foi concluída utilizando-se a tabela de avaliação preliminar rural. Embora esta tabela não forneça valores de formação de ozônio para plumas com razão VOC / NOx menores que 1,0, pois não é esperado aumento na concentração de ozônio para este tipo de pluma, e inserindo um valor de coeficiente de 0,08 (inferior a 1,0) e emissões de VOC de 50 toneladas / ano, o aumento máximo de ozônio previsto teria uma variação entre 0 e 7 partes por bilhão (ppb) ou 0 e 14 microgramas (milionésimo de grama) por metro cúbico.

4.0 CONCLUSÕES - FORMAÇÃO DE OZÔNIO

Estimativas conservadoras do potencial de formação de ozônio do projeto foram desenvolvidas com base em procedimentos recomendados pela USEPA. Estas técnicas de avaliações preliminares foram desenvolvidas com base em simulações utilizando o modelo RPM-IV.

Os resultados demonstram que a usina de Carioba II provavelmente reduzirá os níveis de ozônio nos arredores do projeto (num raio de 50 km), devido à emissão de uma pluma fortemente dominada por NOx. Do ponto de vista regional (acima de 50 km), considerando o pior caso no cenário de emissões do projeto, poderia ser esperado no máximo um incremento de 7 ppb para um período de uma hora. Este aumento é quase não detectável, e não ocasionaria nenhum impacto significativo na qualidade do ar ambiente da região.

REFERÊNCIAS

1. **U.S. EPA, “Guideline on Air Quality Models (Revised),” EPA-450/2-78-027R (1986).**
2. **SAI, “USER’S Guide to the Reactive Plume Model – ROM II,” Systems Applications Incorporated, San Rafael, CA (1980).**
3. **K. Schere, Personal Communication, Atmospheric Science Research Laboratory, U.S. EPA, RTP, NC.**
4. **U.S. EPA, “User’s manual for exercising OZIPM4 in post-87 ozone SIP’s – Draft,” Office of Air Quality Planning and Standards, RTP, NC (1987).**
5. **SRI International, “Plume behavior during the State Tennessee Plume study,” Menlo Park, CA, SRI project 7659 (1981).**
6. **U.S. EPA, “Air Emissions Speciation Manual, “ Office of Air Quality Planning and Standards, RTP, NC (1988).**
7. **K. Baugues, Personal communication, Office of Air Quality Planning and Standards, U.S. EPA, RTP, NC.**
8. **R.D. Scheffe, “VOC/NOx point source screening tables – Draft.” Office of Air Quality Planning and Standards, U.S. EPA, RTP, NC (1988).**

ANEXO 2

CORRESPONDÊNCIAS DA INTERGEN E DA GENERAL ELETRIC ENCAMINHADAS À CETESB



Rio de Janeiro, 22 de maio de 2001

Praia de Botafogo, 440
23º andar - 22250-040
Rio de Janeiro - RJ
Brasil

Tel: 55-21-527-7775
Fax: 55-21-527-8789

Para: Sr. Cláudio Darwin Alonso
Gerente do Departamento de Qualidade Ambiental - CETESB
Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo

Assunto: Usina Termelétrica Carioba II-Complementações ao EIA-RIMA

Processo: SMA 13.545/2000

Prezado senhor,

Em prosseguimento a nossa correspondência de 17 de abril de 2001, e, resultado da solicitação de V.Sa. em nossa reunião ocorrida em 21 de março de 2001, estamos encaminhando os documentos abaixo descritos que serão oportunamente protocolados como complementações ao EIA-RIMA.

- Carta da GE Power Systems garantindo o nível de emissões de 9 ppm de NOx para as turbinas modelo 7241 (7FA) adquiridas para o projeto Carioba II.
- Carta do "Department of Environmental Protection" do estado da da Florida - USA, encaminhando cópias de relatórios de testes de performance de plantas de geração operando com turbinas GE 7FA.

Continuamos sempre à disposição para quaisquer esclarecimentos necessários.

Atenciosamente,

Benjamin Maynard
Gerente do Projeto



GE Power Systems

*Paul R. Bergman
Global Account Executive*

*GE Power System Sales
General Electric Company
3960 Mystic Valley Parkway
Medford, Ma. 02155
Phone: 781-393-5247 Dial Comm 8*598-5247
Fax: 781-393-5290, Dial Comm 8*598-5290
Email: paul.bergman@ps.ge.com*

18 May 2001

Mr. Claudio Darwin Alonso
Gerente
Departamento de Qualidade Ambiental
CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
Avenida Professor Frederico Hermann Jr, 345
São Paulo - SP 05489-900
Brasil

Re: Carioba II Project
NOx Emissions Guarantees

Dear Mr. Alonso:

As the equipment supplier for the Carioba II thermo project, InterGen has requested that we share with you information concerning their purchase contract for the Project. Carioba II will be comprised of four GE model 7241(7FA) combustion turbine generators utilizing natural gas.

With over 140 units ordered or in operation and more than 1 million fired hours, GE's F-class gas turbines represent the world's largest, most experienced fleet of advanced machines in the world. Designed for maximum reliability and efficiency with low maintenance, they are favored by both independent power generators and industrial cogenerators requiring large blocks of power to meet their needs of high efficiency and reliable operation.

The General Electric 7FA combustion turbines for the Carioba II Project will be guaranteed at 9 PPM for NOx emissions. Actual experience with these units in the field show that they can operate reliably at this guaranteed level or better which translates into a high efficiency, clean burning power source.

Addressee Name

Page 2

May 18, 2001

If you have any questions regarding this matter, I can be contacted at telephone +1 781-248-3517 or email paul.bergman@ps.ge.com.

Sincerely,



Paul Bergman
Global Account Executive
GE Power Systems

ANEXO 3

TESTES DE PERFORMANCE CERTIFICADOS PELA AGÊNCIA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DO ESTADO DA FLÓRIDA – USA



Jeb Bush
Governor

Department of Environmental Protection

Twin Towers Office Building
2600 Blair Stone Road
Tallahassee, Florida 32399-2400

David B. Scrubs
Secretary

May 16, 2001

CERTIFIED MAIL - RETURN RECEIPT REQUESTED

Mr. Claudio Darwin Alonso, Gerente
Departamento de Qualidade Ambiental
Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
Avenida Professor Frederico Hermann Jr, 345
Sao Paulo - SP05489-900
Brasil

Re: Public Records Request
General Electric Combustion Turbine Test Data

Dear Mr. Alonso:

InterGen made a public records request for emission tests on recently constructed power plants that incorporate General Electric 7FA combustion turbines with Dry Low NO_x (DLN-2.6) technology. They asked that the results of the inquiry be sent to you with a copy to them.

Thus far two such plants have started operation in combined cycle and submitted reports to us. These units are the City of Tallahassee Purdom Unit 8 and Florida Power Corporation Tiger Bay facility. Excerpts of the initial compliance reports are attached.

Approximately twelve (12) GE7FA combustion turbines with DLN-2.6 combustors have started operation as simple cycle peaking units. These are located at Jacksonville Electric Authority (JEA) Brandy Branch Station, Tampa Electric Company (TECO) Polk Power Station, and Florida Power & Light (FPL) Ft. Myers Plant. Excerpts of tests from one unit at each plant are attached.

All of these units have met their initial emission rate requirements while firing natural gas. Many more such units have been permitted recently, but not yet constructed. Feel free to contact me to obtain test results as they become available.

If you have any questions regarding this matter, please call me at 1-850-921-9523 or contact me at alvaro.linero@dep.state.fl.us.

Sincerely,

A. A. Linero, P.E. Administrator
New Source Review Section

Cc: Ms. Tania Aslan, InterGen

City of Tallahassee, Purdom Unit8



2.0 SUMMARY AND DISCUSSION OF RESULTS

Unit 8 at the Purdom Plant was found to be operating within compliance limits. Tables 1 (70, 80 and 90 % of full load) and 2 (Full Load Test) summarize the emissions results.

Oxides of Nitrogen emissions at full load averaged 8.74 ppmvd @ 15% O₂, which is within the permitted standard of 12 ppmvd @ 15% O₂.

Full load CO emissions averaged 0.85 ppmvd, which is also within the permitted limit of 25 ppmvd.

Compliance with Federal New Source Performance Standards (NSPS) by 40CFR 60 Subpart GG, were calculated by first adjusting observed NO_x concentrations to 15% O₂ and then finally to ISO standard ambient conditions using the following equation:

$$\text{ISO NO}_x \text{ Emissions} = (\text{NO}_{\text{obs}} \text{ ppm}) (P_{\text{ref}}/P_{\text{obs}})^{0.5} e^{(9710 \ln H_{\text{obs}} - 0.00613)} (288^\circ \text{K}/T_{\text{amb}})^{1.53}$$

Where:

NO_{obs} = measured NO_x ppm at 15% O₂

P_{ref} = reference combustor inlet absolute pressure at 101.3 kilopascal ambient pressure (29.92 in. Hg)

P_{obs} = measured combustor inlet absolute pressure at test ambient pressure (actual barometric pressure in in. Hg)

H_{obs} = specific humidity at ambient air at test (g H₂O/g air)

T_{amb} = temperature of ambient air at test

e = 2.718 - transcendental constant

Oxide of nitrogen emissions at ISO ambient conditions averaged 10.87 ppm.

Mass emissions for NO_x and CO in pounds per hour were calculated using the actual heat input (HHV) and the pollutant concentration.

The fuel analysis of the natural gas stream was obtained from the Florida Gas Transmission and showed 3.57 ppm Sulfur and 0.89 lbs/hr SO₂ at full load. SO₂ emissions represented here, were calculated based on this value and the fuel flow rate.

Table 1. Emission Summary
Combustion Turbine Unit 8 - Gas Fired
City of Tallahassee Sam O. Purdom Plant
Tallahassee, Florida
September 15, 2000

Run Number	Time	Oxygen %	NOx Emissions					CT	Heat Input MMBTUH HHV	SO2 lbs/hr
			ppm	ppm 15% O2	ppm @ ISO	lbs/hr	lbs/MMBTU	Gas Flow 100scf/hr		
70% Load										
1	0753-0817	14.06	8.80	7.59	8.72	30.35	0.028	10495	1085.5	0.620
2	0828-0852	14.01	8.54	7.31	8.70	29.71	0.027	10659	1102.5	0.630
3	0900-0924	13.99	8.27	7.06	8.54	29.98	0.026	11151	1153.4	0.660
4	0932-0956	13.98	8.10	7.00	8.47	29.33	0.025	11151	1153.4	0.660
Average	---	14.01	8.43	7.24	8.61	29.84	0.027	10864	1123.7	0.643
80% Load										
1	1022-1038	13.92	7.04	5.95	7.46	28.07	0.022	12381	1280.6	0.730
2	1046-1102	13.91	7.34	6.19	7.76	29.20	0.023	12381	1280.6	0.730
3	1109-1125	13.87	7.37	6.18	7.76	30.30	0.023	12873	1331.5	0.760
Average	---	13.90	7.25	6.11	7.67	29.19	0.023	12545	1297.6	0.740
90% Load										
1	1143-1159	13.76	7.86	6.49	8.68	34.25	0.024	13857	1433.3	0.820
2	1208-1224	13.86	8.12	6.81	8.40	35.93	0.025	13857	1433.3	0.820
3	1231-1247	13.81	7.89	6.64	8.19	35.07	0.024	13857	1433.3	0.820
Average	---	13.81	7.96	6.65	8.49	35.08	0.024	13857	1433.3	0.820

Natural Gas Fd-Factor = 8710 MMBTU/dscf

Heat Input HHV = (gas flow)(gross calorific value)/10E06

lbs/hr = ppm(2.585 x 10^E-9)MW (20.9/20.9-%O2)(Fd)(Heat Input HHV)

MW NOx = 48 lbs/lb-mole

Table 2. Emission Summary
Combustion Turbine Unit 8 - Gas Fired - Full Load
City of Tallahassee Sam O. Purdom Plant
Tallahassee, Florida
September 15, 2000

Run Number	Time	Oxygen %	NOx Emissions					CO Emissions			CT	Heat Input	SO2 lbs/hr
			ppm	ppm 15% O2	ppm @ ISO	lbs/hr	lbs/MMBTU	ppm	lbs/hr	lbs/MMBTU	Gas Flow	MMBTU/H	
											100scf/hr	HHV	
Full Load													
1	1303-1403	13.61	10.84	8.77	10.55	50.70	0.032	0.88	2.52	0.002	15169	1568.9	0.900
2	1418-1518	13.70	10.83	8.87	11.15	50.71	0.033	0.86	2.45	0.002	15005	1552.0	0.890
3	1529-1629	13.63	10.58	8.59	10.02	48.71	0.032	0.80	2.24	0.001	14882	1539.3	0.880
Average	---	13.65	10.75	8.74	10.87	50.04	0.032	0.85	2.40	0.002	15019	1553.4	0.890

Natural Gas Fd-Factor = 8710 MMBTU/dscf

lbs/hr = ppm(2.595 x 10⁻⁹)MW (20.9/20.9-%O2)(Fd)(Heat Input HHV)

MW NOx = 48 lbs/lb-mole

MW CO = 28 lbs/lb-mole

Allowable Emissions

NOx = 12 ppmvd @ 15%O2

CO = 25 ppmvd

Heat Input HHV = (gas flow)(gross calorific value)/10E06

Florida Power Corporation, Tiger Bay Cogeneration Facility



D.E.P.

NOV 27 2000

Southwest District Tampa

TEST REPORT

on

EXHAUST EMISSIONS

from one

GENERAL ELECTRIC COMBUSTION TURBINE

at

Florida Power Corporation

TIGER BAY COGENERATION FACILITY

Fort Meade, Florida

I HAVE REVIEWED THIS REPORT AND IT DOES
NOT INDICATE COMPLIANCE WITH THE
PERMIT FOR THIS SOURCE.

DATE 12/18/00 BY 1352

Prepared by
Florida Power Environmental Test Team

October, 2000



263 13th Avenue South, MAC BB1A
St. Petersburg, FL 33701-5511
(727) 826-4334 FAX (727) 826-4216

INTRODUCTION

Exhaust emissions from one co-generation unit, consisting of a General Electric (GE) natural gas-fired combustion turbine (CT) combined with a heat recovery steam generator (HRSG), were tested to determine the quantity of emissions being vented to the atmosphere. The turbine is a General Electric model PG7221FA (Frame 7FA) natural gas-fired combustion turbine. This co-generation unit is in service at Florida Power Corporation's (FPC) Tiger Bay Co-generation Facility in Fort Meade, Florida. The purpose of the testing was to determine compliance with applicable limits set forth by the Florida Department of Environmental Protection (FDEP), Title V Air Operation Permit No. 1050223-002-AV and the EPA's Code of Federal Regulations, Title 40, Part 60, Subpart GG. Florida Power Corporation's Environmental Test Team conducted the test using a mobile emission test trailer.

Quantities of nitrogen oxides (NO_x), carbon monoxide (CO) and other combustion parameters were measured in the exhaust stack of the co-generation unit while firing natural gas. Three test runs at base load conditions were performed to demonstrate compliance with the applicable NO_x emission limit. Emissions of CO were also measured on the turbine at base load. The fuel flow, turbine load, and other key operational parameters were monitored and recorded during each test run. The tests followed the procedures set forth in the Code of Federal Regulations, Title 40, Part 60, Appendix A, Methods 1, 3, 3a, 9, 10, 19, and 20.

Table 2
Executive Summary

Plant: Florida Power - Tiger Bay Cogen. Facility
 Location: Fort Meade, Florida
 Test Date: October 24, 2000
 Test Engineer: JTL
 Technician: LRF
 Source: GE Model PG7221FA Turbine

	FDEP Permit Limit	Subpart GG Limit	100% Load
NOx (lb/hr)	97.2	n.a.	54.34
NOx (ppmvd @ 15% O2)	15	n.a.	10.15
CO (lb/hr)	48.8	n.a.	0.85
CO (ppmvd)	15	n.a.	0.31
VE	10	n.a.	0.00
SO2 (vol % @ 15% O2)	n.a.	0.015	2.73E-06
SO2 (lb/hr)	4.86	n.a.	0.20

Table 3
100% Load Emissions Summary

Plant	Florida Power, Tiger Bay Cogen. Facility
Location	Fort Meade, Florida
Technicians	JTL, LRF
Source	GE Model LM-8000 Turbine

Test Run Number	1	2	3
Date	10/24/00	10/24/00	10/24/00
Start Time	12:07 PM	1:17 PM	2:24 PM
End Time	1:10 PM	2:18 PM	3:24 PM
Operational Data			
Generator Output (MW)	142	141	140
Mean Turbine Exhaust Plenum Temperature (°F)	1123.4	1124.5	1124.5
Inlet Guide Vane Angle	86.0	86.0	86.0
Compressor Inlet Temperature (°F)	81.0	82.8	83.8
Compressor Inlet Pressure (psia)	437.4	437.1	436.8
Compressor Discharge Pressure (psig) Observed	189.5	188.5	188.2
Fuel Data			
Turbine NG Fuel Flow (lbs/aec)	18.48	18.15	18.21
Fuel Flow (SCF/hr)	1415183	1390021	1394428
Fuel Heating Value (Btu/SCF)	1037.3	1037.3	1037.3
Published M-18 O2 F-Factor (DSCF/MBtu)	8710	8710	8710
Published M-19 CO2 F-Factor (DSCF/MBtu)	1040	1040	1040
Heat Input (MBtu/hr)	1468.0	1441.9	1446.4
Total Sulfur (Gr/Ccf)	0.1748	0.1748	0.1748
Total Sulfur in Fuel (wt %)	5.56E-04	5.56E-04	5.56E-04
Ambient Conditions			
Barometer (in. Hg)	30.15	30.15	30.08
Temperature (°F dry)	80	84	83
Temperature (°F wet)	67	67	69
Humidity (lbs/lb of dry air)	0.01078	0.00985	0.01158
Environmental Services Measurements			
NOx (ppmvd)	11.98	12.03	12.06
CO (ppmvd)	0.31	0.30	0.32
O2 (%)	13.88	13.84	13.83
CO2 (%)	3.88	3.83	3.83
Environmental Services Calculated Values			
Fa	1.809	1.817	1.820
Stack Flow via O2 F-Factor (DSCFH)	38068619	37712127	37777339
Stack Flow via CO2 F-Factor (DSCFH)	39347631	39152580	39276835
NOx (ppmvd @ 15% O2)	10.1	10.2	10.2
NOx (lbs/hr) per O2 F-factor	54.4	54.2	54.4
CO (lbs/hr) per O2 F-factor	0.858	0.823	0.879
SO2 (vol % @ 15% O2)	2.73E-06	2.73E-06	2.73E-06
SO2 (lbs/hr)	0.20540	0.20175	0.20239

PROCESS DESCRIPTION

Florida Power Corporation (FPC) is the owner of the Tiger Bay Co-generation Facility, which is located near Fort Meade, Polk County, Florida. The co-generation unit consists of a GE manufactured combustion turbine (CT) and a heat recovery steam generator (HRSG); the combustion turbine was tested to determine compliance with FDEP and contractual requirements. Florida Power's Environmental Test Team performed the compliance emission testing utilizing a mobile test trailer. This section of the report provides a brief description of this unit.

The turbine is a GE Model PG7221FA, multi-nozzle, quiet dry low- NO_x combustor, single shaft combustion turbine and fires natural gas. This turbine has a peak load rating of 184 MW at site conditions of 45°F inlet temperature, 100% relative humidity, 14.64 psia atmospheric pressure. The electricity produced from this turbine is distributed to the area's electrical power distribution grid.

The turbine fires on pipeline grade natural gas. This natural gas is supplied to FPC by Florida Gas Transmission (FGT). The total sulfur compounds in the fuel are 0.1748 gr./ft³, 0.00056% by weight, based on the fuel analysis supplied by FGT.

The circular CT/HRSG exhaust stack was utilized for exhaust emission measurements. The exhaust stack dimensions are depicted in the stack diagram in Appendix A. Four six-inch ports are equally spaced perpendicular to each other. The stack is 228 inches in diameter. The ports are located 157 ft. above ground level.

Jacksonville Electric Authority, Kennedy Unit KCT7





GE Energy and Environmental Research Corporation
Project No. 6812

Final Report
July 2000

INITIAL COMPLIANCE TEST
KENNEDY GENERATING STATION

Simple Cycle Combustion Turbine
ARMS Emission Unit No. 015 (JEA KCT7)

Submitted to:

Jacksonville Electric Authority
4215 Talleyrand Ave.
Jacksonville, FL 32206

Prepared by:

GE Energy and Environmental Research Corporation
1001 Aviation Parkway
Morrisville, NC 27560
(919) 460-1060

GE Energy and Environmental Research Corporation

EXECUTIVE SUMMARY

General Electric Energy and Environmental Research Corporation (GE EER) performed a compliance demonstration test program at the Jacksonville Electric Authority's (JEA) Kennedy Generating Station on a newly installed simple cycle gas turbine.

Testing was completed at full load conditions while the unit fired natural gas. The parameters measured include carbon monoxide, nitrogen oxides, total hydrocarbons, opacity, flue gas moisture and flue gas volumetric flow rate. Process operating parameters were recorded by JEA personnel.

The results of the testing demonstrated the unit to be in compliance with all applicable air permit emission limits.

Project results (average of three runs) are summarized below:

Parameter	Measured	Allowable	Comment
Nitrogen Oxides ppm, at 15% O ₂ (iso) ppm at 15% O ₂ lb/hr	8.3 7.7 42.5	15 99	-- Pass
Carbon Monoxide ppm at 15% O ₂ lb/hr	3.6 13.3	-- 15 48	Pass Pass
Volatile Organic Compounds ppm, at 15% O ₂ (iso) ppm at 15% O ₂ lb/hr	0.57 0.53 2.8	1.4 -- 2.9	-- Pass
Opacity Percent	0	10	Pass

GE Energy and Environmental Research Corporation

1.0 INTRODUCTION

General Electric Energy and Environmental Research Corporation (GE EER) was contracted by the Jacksonville Electric Authority (JEA) to perform the initial compliance test demonstration at the Kennedy Generating Station on a recently installed simple cycle gas turbine.

The testing was completed at JEA's Kennedy Generating Station located at 4215 Talleyrand Ave. in Jacksonville, FL. All field testing was completed on June 5 through 7, 2000. The stratification check was completed on the 5th, Runs 1 and 2 on the 6th and Run 3 on the 7th.

Testing was completed at the outlet stack location while the unit operated at full load conditions. Tests were performed while firing natural gas. Pollutants measured were: carbon monoxide (CO), nitrogen oxides (NO_x), total hydrocarbons (HC), and opacity. Flue gas flow and moisture content were also measured. JEA will provide data on the fuel for determining sulfur dioxide emissions. Plans for testing while firing fuel oil have been postponed until later this year.

1.1 Test Program Organization

The primary contacts for the test program were:

JEA Facility: Steve Farabee, (904) 665-8859 and Joseph Werner (904) 665-7884/632-6676.

Testing Contractor: Michael White, GE EER project manager, (919) 460-1060; Dave Ladd, GE EER field team leader; Brenda Johnson, TSI, opacity reading subcontractor (904) 353-5761.

City of Jacksonville: Wayne Walker and Jeffery Winter, Air and Water Quality Division.

1.2 Report Contents

The remainder of this Test Report is comprised of three Sections. Section 2 contains a brief description of the source tested as defined in the air permit. Section 3 provides a summary of the results. Section 4 presents a summary of the test procedures with specific emphasis on any deviations from the Test Protocol that was submitted prior to the field testing.

All supporting documentation is provided in the Appendices. The information in the appendices includes: raw field data, computerized summaries of test results, quality control data, process data and a copy of the Test Protocol.

GE Energy and Environmental Research Corporation

2.0 SOURCE DESCRIPTION

The Kennedy Generating Station currently generates electrical power from a 134 MW and two 44 MW natural gas/fuel oil-fired steam units, an auxiliary 21 MW boiler, and three oil-fired 56.2 MW combustion turbines used as peaking units, all with a combined generating capacity of approximately 412 MW.

The unit that was tested is a natural gas/fuel oil fired simple cycle unit that consists of a nominal 170 MW (at 59 °F) combustion turbine generator equipped with dry low NOx combustors. The combustion turbine is a General Electric PG 7241 FA system and will be used as a peaking unit. This unit will replace one natural gas/fuel oil fired boiler identified by JEA as KE10-JEA KCT7 (ARM Emission Unit 009).

The new unit is identified in JEA's Permit to Construct as ARMS Emission Unit 015.

Exhausts from the new unit are emitted from a newly installed 90-foot stack. A sampling platform is available at the 70-foot (approximately) level of the stack. The stack diameter at the sampling location is 18 feet. There are four sample ports available for emission testing. The ports are 4-inches in diameter and have 20-inch nipples. Platform access is available by a caged ladder.

3.0 SUMMARY OF RESULTS

The testing was initially delayed due to process related problems. Testing started with a stratification check completed late on Monday June 5th. Runs 1 and 2 were completed on Tuesday June 6th. The final run was completed on Wednesday June 7th.

The following subsections summarize and discuss the results of the testing completed during this assignment.

3.1 Stratification Check

A preliminary oxygen traverse was completed to document any possible stratification of the flue gas stream and to assist in the selection of sample points. Oxygen concentration was measured from a total of 48 points during the stratification check. The location of the sample points was consistent with Reference Method 1 point selection criteria. A total of 12 points were monitored from each of the four ports available. Each point was measured for two minutes. The met the minimum criteria of at least one minute plus the analyzer response time.

GE Energy and Environmental Research Corporation

GE EER has included a time-normalized summary of the stratification data. Time normalized data is useful in determining whether measured changes in concentration are attributed to shift in overall gas concentrations (over time) or actual point-to-point stratification of gas concentrations. To achieve this, a second oxygen monitor is positioned at a single point location for the duration of the stratification check period and used as a fixed reference point. Data from this point is then compared to the traverse point data. Data is time normalized using the equation:

$$O_2 \text{ normalized} = O_2 \text{ measured} \times O_2 \text{ measured a single point initially} / O_2 \text{ measured at single point currently}$$

Regardless of whether the data is time normalized there is very little point to point stratification. The oxygen concentration ranged between 14.38 to 14.41 during the stratification check. Time normalized, the data ranged from 14.33 to 14.40. The calculated stratification was reported as 0.48 percent, where

$$\text{Stratification} = (\text{maximum } O_2 \text{ value} - \text{minimum } O_2 \text{ value}) / \text{average } O_2 \text{ value}$$

Eight traverse points with the lowest measured oxygen concentration were selected as the traverse points for use during the Method 20 runs. The stratification data is included in the Quality Control Appendix to this document.

3.2 Flow and Moisture Measurements

GE EER completed measurements for flow and moisture in accordance with the requirements of EPA Reference Methods 1,2, 3 and 4.

Table 1 provides a summary of the results for all of the testing, including flow and moisture results. All supporting documentation has been provided in the Appendices.

3.3 Opacity

TSI personnel completed opacity measurements. Three 1-hour runs were performed. Zero opacity was observed for all runs. The allowable opacity is 10 percent. Copies of the run sheets and the certifications of the observer are provided in the Field Data Appendix.

3.4 Continuous Emission Monitoring

Results for the continuous emission monitoring completed during this assignment are summarized on Table 1.

GE Energy and Environmental Research Corporation**TABLE 1. JEA KENNEDY STATION (ARMS Emission Unit 015)
Summary of Test Program Results**

Parameter	Run 1	Run 2	Run 3	Average	comments
Date	June 6, 2000		June 7, 2000		
Run time	1242-1346	1428-1532	1557-1701		
Nitrogen Oxides ppm, dry	8.49	8.55	8.83	--	All data is drift and bias corrected
ppm at 15% O ₂ (iso)	7.61	7.67	7.88	7.7	Allowable is 15
ppm at 15% O ₂	41.02	42.07	44.42	42.5	Allowable is 99
Carbon Monoxide ppm, dry	3.42	3.68	4.80	3.97	All data is drift and bias corrected
ppm at 15% O ₂	3.07	3.31	4.28	3.6	Allowable is 15
lb/hr	11.25	12.25	16.46	13.3	Allowable is 48
Total Hydrocarbons, <u>As Methane</u>					All data is drift and bias corrected
ppm, wet	2.01	1.47	2.36	1.95	
ppm, dry	1.83	1.34	2.17	1.78	
ppm methane, wet	2.04	1.49	2.32	1.95	
ppm methane, dry	1.85	1.36	2.13	1.78	
ppm, dry, non-CH ₄	-0.03	-0.02	0.04	0.00	
ppm at 15% O ₂ (iso)					
<u>As Propane</u>					
ppm, dry	0.61	0.45	0.72	0.59	No CH ₄ correction
ppm, at 15% O ₂	0.55	0.40	0.65	0.53	Allowable is 1.4
lb/hr, as propane	2.82	2.11	3.47	2.80	Allowable is 2.9
Oxygen, %	14.32	14.33	14.28	14.31	
Carbon Dioxide, %	5.58	5.55	5.57	5.57	
Stack Temp, °F	1,131	1,132	1,125	1,129	Method 1,2 data
Moisture, %	9.0	8.4	8.0	8.5	Method 4 data
Volumetric Flow					Method 1,2 data
ACFM	2,505,400	2,525,300	2,566,600	2,532,400	All values rounded
DSCFM	753,400	762,500	785,400	767,100	

GE Energy and Environmental Research Corporation

4.0 SAMPLING/MONITORING PROCEDURES

GE EER configured a sampling/monitoring strategy consistent with the requirements cited in JEA's Air Construction Permit (0310047-002-AC) and the associated emission limits and standards. This subsection identifies the procedures followed to demonstrate compliance with emission limits cited in the permit (items 16-21). Table 2 summarizes the emission limits.

TABLE 2. EMISSION LIMITS AND STANDARDS – NATURAL GAS FIRED

NO _x	SO ₂	CO	VOC THC as propane	Visible Emissions	Comments
15 ppm 48 lb/hr (at iso)	<2 gr/100 scf	15 ppm 48 lb/hr	1.4 ppm 2.9 lb/hr (at iso)	10% opacity	Dry low NO _x combustors Pipe line nat. gas

Table 3 summarizes the sampling and monitoring procedures that were followed for the initial compliance demonstration testing. The following subsections provide brief descriptions of the EPA Reference Method and any technical concerns encountered during the test program.

TABLE 3. SAMPLING/MONITORING PROCEDURES

Parameter	Procedure	Comments
Nitrogen Oxides	EPA Method 20	8-point traverse
Sulfur Dioxide	EPA Method 20	Vendor supplied fuel analysis
Carbon Monoxide	EPA Method 10	Concurrent with M20
VOCs	EPA Method 25A	Reported as propane
Visible Emissions	EPA Method 9	Certified observer
Oxygen and Carbon Dioxide	EPA Method 3A/20	CEMS during M20
Moisture	EPA Method 4	Single point
Gas Velocity and Temperature	EPA Methods 1 and 2	24-point traverse

4.1 CEMS Measurements

Continuous emission monitoring measurements were made for NO_x, CO, O₂, CO₂ and THC. Three runs were completed at full load conditions while firing natural gas. Each run was 64 minutes in duration. A computer prior to the bias check at the end of Run 2 required that these data be recorded manually. Regulatory personnel were notified and approved this procedure.

GE Energy and Environmental Research Corporation

GE EER uses an EnviroNics Series 2020 Computerized Emissions Monitoring Calibration System to dilute EPA Protocol 1 gases to the appropriate concentration. The system was calibrated prior to the start of testing by comparing the response of the diluted gas to an appropriately ranged EPA Protocol 1 standard. This data has provided in the QC Appendix.

GE EER followed the requirements of EPA Reference Method 20, Determination of Nitrogen Oxides, Sulfur Dioxides and Diluent Emissions from Gas Turbines. NOx emissions were measured using a TECO 48C analyzer. Oxygen measurements were made with a Servomex 1400 analyzer. Carbon dioxide measurements were made with an ACS 3300 analyzer.

GE EER followed the requirements of EPA Reference Method 10, Determination of Carbon Monoxide Emissions from Stationary Sources. CO emissions were measured using a TECO 48C trace analyzer.

GE EER performed measurements for total hydrocarbons following EPA Reference Method 25A, Determination of Total Gaseous Organic Concentration Using a Flame Ionization Analyzer. GE EER used a CAI Model 300 analyzer to perform these measurements. GE EER made a series of methane measurements using the same analyzer for correcting the VOC values. It should be noted that the permit limits for VOC is 1.4 ppm, as propane. The method detection limit for THC analyzers is typically in the 1 ppm range. GE EER calibrated the THC analyzer with methane. The CAI Model 300 is equipped to read total hydrocarbons (including methane). The unit also has a switch for reading methane. The operator made methane readings during each port. This was no significant difference observed between the THC readings and the methane readings.

The reported results were not adjusted for the presence of methane, and then converted to be reported on an "as propane" basis, consistent with permit requirements. Even without the methane correction the unit still met the permit requirements. If the methane correction is included, the reported concentrations approach zero.

Stratification Check

A stratification test was performed as part of the preliminary measurements. Ideally, this check is completed while the unit operates at the lowest percent of peak load. As a peaking unit, this system will likely be operating at full load whenever it is running. As such, GE EER performed the stratification check at the load condition available (full load). GE EER had previously performed a 48-point stratification check on this unit as part of the tuning program completed during mid May 2000. All data has demonstrated the unit has very little stratification (less than 1.5% stratification, less than 0.5 percent change in oxygen).

GE Energy and Environmental Research Corporation

GE EER then selected eight points at which the lowest oxygen concentration was noted during the stratification check. Each point was sampled for a minimum of 1 minute plus response time of the NO_x analyzer. Each point was monitored for a minimum of 8 minutes to yield a 64-minute run.

Quality Control Checks

Quality control checks as identified in Method 20 were performed. These checks included converter efficiency checks, response time checks, system calibrations, divider checks and bias checks. All QC checks were within Method requirements. This data has been provided in the QC Appendix.

Converter Efficiency – 100.49%

Response Times – all systems, all runs, 60 seconds or less

System Calibrations – all systems, all runs, all ranges, less than 2%

Divider Checks – all ranges, less than 2%

Bias Checks – all systems, all ranges, less than 2%

Flue gas volumetric flow rate and moisture measurements were performed during each NO_x run so that the CEM data could be converted to an emission rate on a pound per hour basis.

4.2 Visible Emissions

GE EER arranged for a subcontractor to perform observations in accordance to EPA Reference Method 9, Visual Determination of Opacity Emissions from Stationary Sources. Three 60-minute runs were performed by a properly certified opacity reader. A copy of the reader certification is included in the QC Appendix.

4.3 Sulfur Emissions by Fuel Analysis

JEA will provide vendor-supplied documentation that the natural gas meets the applicable sulfur limits.

4.4 Volumetric Flowrate and Moisture Content of Flue Gas

GE EER performed velocity, temperature and moisture measurements concurrent with each CEMS run so that the measured pollutant concentrations could be converted to emission rates. Velocity and temperature measurements were completed in accordance to the requirements of EPA Methods 1 and 2.

**Jacksonville Electric Authority
Kennedy Station**

CEMS Results

New Gas Turbine

TEST DATA:

Run number	1	2	3	Average	Permit
Gas Flowrate, dscf/hr	45,203,343	45,750,400	47,126,341	46,026,695	
Moisture, %	9.2%	8.6%	8.1%	8.6%	

Continuous Emission Monitoring Results

Nitrogen Oxides					
ppm	8.45	8.55	8.83	8.61	15
ppm@15%O ₂	7.59	7.69	7.88	7.72	
lb/hr@15%O ₂	40.96	42.01	44.36	42.45	99
Carbon Monoxide					
ppm	3.42	3.68	4.80	3.97	15
lb/hr	11.23	12.23	16.44	13.30	48
Total Hydrocarbons as Methane					
ppm as CH ₄ , wet	2.01	1.47	2.36	1.95	
ppm, as CH ₄ , dry	1.83	1.34	2.17	1.78	
Methane					
ppm, wet	2.04	1.49	2.32	1.95	
ppm, dry	1.85	1.36	2.13	1.78	
NonMethane VOCs					
ppm, dry	-0.03	-0.02	0.04	0.00	
as Propane (without Methane correction)					
ppm, dry	0.61	0.45	0.72	0.59	
ppm @ 15% O ₂	0.55	0.40	0.65	0.53	
lb/hr, as C ₃ H ₈	2.82	2.11	3.47	2.80	
Oxygen					
percent	14.32	14.33	14.28	14.3	NA
Carbon Dioxide					
percent	5.58	5.55	5.57	5.6	NA

all results have been drift corrected.

A-1

GE Energy and Environmental Research Corporation

The moisture measurements were completed following EPA Method 4. GE EER requested and received an allowance to perform the moisture runs from a single point (from approximately 5 feet inside the 18-foot stack).

4.5 Process Data

JEA was responsible for collection of all pertinent process data. Process parameters of interest identified in 40 CFR 60 Subpart GG includes:

- Reference combustor inlet absolute pressure at 101.3 kilopascals ambient pressure, mmHg
- Observed combustor inlet absolute pressure at test, mm Hg (outlet pressure used)
- Observed humidity of ambient air, g H₂O/g air
- Ambient temperature, °K

All process information is provided in the Appendix. Parameters provided include:

- MWe
- Gas fuel flow, #/sec
- Compressor Discharge Pressure, PSIG, PSIA
- Barometric Pressure, in. Hg
- Heat Input, BTU/hr (HVV and LHV)

$$NO_x = (NO_{x,m}) (P_0/P_m)^{0.5} \cdot 19 \{ (1 - 0.00633) (288^\circ K/T_a) \}^{1.53}$$

CEM Values			Combustor Inlet Absolute Pressure		$(P_0/P_m)^{0.5}$	Humidity g H ₂ O / g air percent	$19 \{ (1 - 0.00633) \}$	Ambient Temp		$(288 / T)^{1.53}$	H ISO @ 15% O ₂
NO _x or THC ppm	Oxygen percent	NO _x or THC ppm @ 15% O ₂	P _m Reference vac. lig. to 01.1212 psia	P ₀ Measured vac. lig.				degrees C	degrees K		
A	B		C	D	E	F	G	H	I	J	
NO _x											
8.49	14.32	7.6	1	1	1	0.0147	1.1730	32.2	305.2	0.915073917	8.19
8.55	14.33	7.7	1	1	1	0.0147	1.1730	32.2	305.2	0.915073917	8.26
8.83	14.28	7.9	1	1	1	0.0127	1.1293	25.6	298.6	0.946200356	8.42
											Avg. 8.29
THC											
0.61	14.32	0.5	1	1	1	0.0147	1.1730	32.2	305.2	0.915073917	0.59
0.45	14.33	0.4	1	1	1	0.0147	1.1730	32.2	305.2	0.915073917	0.43
0.72	14.28	0.6	1	1	1	0.0127	1.1293	25.6	298.6	0.946200356	0.69
											Avg. 0.57

Combustor inlet pressure not recorded. Unit still passes at a 3:1 ratio between measured and reference pressures.

Tampa Electric Company, Polk Power Station Unit 2



**TEST REPORT
on
EXHAUST EMISSIONS**

from a
**GENERAL ELECTRIC PG7241FA
NATURAL GAS FIRED SIMPLE CYCLE POWER TURBINE**

at the
POLK POWER STATION

located in
POLK COUNTY, FLORIDA

Prepared for
TAMPA ELECTRIC COMPANY

September, 2000

Cubix Job No. 5906

Prepared by



**Cubix
Corporation**

<http://www.cubixcorp.com>

CORPORATE HEADQUARTERS
9225 US Hwy. 183 South, Austin, TX 78747
(512) 243-0202 TEL (512) 243-0222 FAX

TABLE OF CONTENTS

INTRODUCTION	1
Table 1 Background Data	2
SUMMARY OF RESULTS	4
Table 2: Executive Summary	5
Table 3: Reduced Load Emissions Summary	6
Table 4: 100% Load Emission Summary	7
PROCESS DESCRIPTION	8
ANALYTICAL TECHNIQUES	9
Table 5: Analytical Instrumentation	13
Figure 1: Instrumental Sample System Diagram	14
QUALITY ASSURANCE ACTIVITIES	15
APPENDICES:	
A. Field Data Sheets	
B. Example Calculations	
C. Fuel Analysis	
D. Quality Assurance Activities	
E. Calibration Certifications	
F. Strip Chart Records	
G. Opacity Observations	
H. Operational Data	

INTRODUCTION

Emission testing was conducted on a simple cycle combustion turbine manufactured by General Electric (GE). The unit, used to generate power, was recently installed at the Polk Power Station located in Mulberry, Polk County, Florida. Tampa Electric Company (TECO) owns and operates this facility. This report documents the testing of the turbine engine while firing with natural gas. A separate report will be provided for the testing of this unit while fueled with No. 2 Fuel Oil. The testing was conducted by Cubix Corporation.

The purpose of this testing was to determine the status of compliance for turbine engine emissions with the permit limits set forth by the Florida Department of Environmental Protection (FDEP), Permit Number PSD-FL-263. Additionally, the emissions were measured to determine compliance with the Environmental Protection Agency (EPA) regulation entitled "Standards of Performance for Stationary Gas Turbines", 40 CFR 60, Subpart GG. The tests followed the procedures set forth in 40 CFR 60, Appendix A, Methods 1, 2, 3a, 9, 10, 19, 20, and 25a.

Turbine exhaust was analyzed for oxides of nitrogen (NO_x), carbon monoxide (CO), total unburned hydrocarbons (UHC), oxygen (O_2), and carbon dioxide (CO_2) using continuous instrumental monitors. Volatile organic compounds (VOC) were determined from the product of UHC and the fraction of non-methane/non-ethane hydrocarbons contained in the exhaust. Gaseous analyses were performed on a dry basis for all compounds except hydrocarbons. Laboratory analyses were conducted on samples of the natural gas fired during the testing schedule. Table 1 provides background data pertinent to these tests.

This test report has been reviewed and approved for submittal to the Florida Department of Environmental Protection (FDEP) by the following representatives:


Tampa Electric Company


Cubix Corporation

SUMMARY OF RESULTS

Exhaust emissions from a GE PG7241FA combustion turbine (CT) were tested to determine the quantity of emissions being vented to the atmosphere. Testing was conducted on the unit while fired with natural gas. Tests were performed at four different combustion turbine loads: approximately 80 MW generator output, ~112 MW generator output, ~136 MW generator output, and full capacity 160 MW generator output.

The first step in the test matrix consisted of conducting the initial O₂-traverse of the exhaust stack. The turbine was set to 80 MW with the water injection system operating. O₂ concentrations were measured at 48 traverse points within the stack to determine the eight points of lowest O₂ concentration. No stratification was found at any of the 48 points; therefore, all subsequent tests were conducted at the eight most convenient traverse points.

Following the O₂-traverse, Cubix conducted three test runs at four load conditions across the operational range of the CT (~80 MW, ~112 MW, ~136 MW, and capacity at ~160 MW). Each reduced load test run was 20 minutes in duration (8 sample points, 2.5 minutes per point). Capacity is defined as 90 to 100% of the maximum permitted capacity, expressed as heat input, defined from the GE performance curve for the unit. NO_x, CO₂, O₂, and UHC were continuously monitored at all load conditions. Additional base load measurements included opacity. The base load test runs were 1 hour in duration for all constituents. Opacity results can be found in Appendix G of this report.

The executive summary, Table 2, signifies the performance of the unit during the full load testing. This performance is an average of the three full load test runs. These emissions are compared to FDEP Permit No. PSD-FL-263. These conditions include the maximum allowable emissions from the combustion turbine firing natural gas. Based upon the FDEP permit, the maximum allowable NO_x emissions at 15% O₂ were 9 ppmv, dry basis.

TABLE 2
Executive Summary
Base Load Conditions

Parameter	Gas Turbine Emissions	NSPS/FDEP Permit Limits
NO _x @ 15% O ₂ (ppmv dry basis)	7.58	9
NO _x (lbs/hr)	27.1	59
CO @ 15% O ₂ (ppmv dry basis)	0.24	12
CO (lbs/hr)	0.5	38
VOC @ 15% O ₂ (ppmv dry basis)	0.11	1.4
VOC (lbs/hr)	0.134	2.8
SO ₂ (gr S/100 ft ³)	0.054	2 gr S/100 ft ³
SO ₂ (lbs/hr)	0.08	9.2
Visible Emissions (% Opacity)	0	10%

Table 3 represents the reduced load test results for the combustion turbine testing. This tabular summary contains all pertinent operational parameters, ambient conditions, Cubix measurements, the calculated emission rates, and corrected concentrations. NO_x emissions are reported in terms of ppmvd (dry basis), ppmvd at 15% O₂, and lbs/hr. CO emissions are reported as ppmvd and lbs/hr. SO₂ emission units are reported in % weight, ppmvd @ 15% O₂, lbs/hr and lbs/MMBtu of fuel burned. VOC emissions are reported in terms of lbs/hr and lbs/MMBtu of fuel burned.

Table 4 summarizes the results of the base load test on the combustion turbine. This table provides the same data as Table 3 with the addition of the opacity measurements.

Appendix A contains all field data sheets used during these tests. Appendix B contains examples of all calculations necessary for the reduction of the data presented in this section of the report. Appendix F contains the strip charts used to record the NO_x, CO, VOC, O₂, and CO₂ concentrations. A data logger was also utilized during the tests for quick, convenient checks of concentrations; however, the strip chart records provided the data used for presentation of the results included in this report. Appendix H contains the operational data provided by General Electric during the test runs. The operational data was recorded in the control room on computer printouts at 20-minute intervals during each test run. The operational data reported in the summary tables is an average of the readings recorded during the gaseous test period of each run. Appendix G contains all VE readings.

TABLE 3: Summary of Results Reduced Load

Test Number	G-1	G-2	G-3		G-4	G-5	G-6		G-7	G-8	G-9	
Date:	10/7/2000	10/7/2000	10/7/2000		10/7/2000	10/7/2000	10/7/2000		10/7/2000	10/7/2000	10/7/2000	
Start Time	3:11	5:18	5:38		6:06	6:31	6:55		10:42	11:05	11:27	
Stop Time	4:47	5:34	5:54		6:22	6:48	7:11		10:58	11:21	11:43	
Operator												
Turbine Load (MW)	94.6	94.8	95.2		114.8	115.8	115.3		134.3	134.5	134.4	
Ambient Conditions												
Temperature (°F wet)	73	74	75		75	75	75		76	76	77	
Temperature (°F dry)	75	76	77		77	77	77		87	87	87	
Barometer (in. Hg)	29.83	29.84	29.84		29.85	29.85	29.85		29.91	29.91	29.91	
Humidity (lbs/lb of air)	0.0167	0.0173	0.0179		0.0179	0.0179	0.0179		0.0163	0.0163	0.0172	
Fuel Specifications												
Fuel Flow (lbs/sec)	8.50	8.51	8.53		9.47	9.53	9.51		10.47	10.49	10.48	
Fuel Flow (MMBtu/hr)	707.36	707.96	709.75		788.00	792.85	791.09		871.23	872.76	872.21	
Fuel Heating Value (BTU/lb-HHV)	23108	23108	23108		23108	23108	23108		23108	23108	23108	
Fuel O2 P-Factor (DSCF/MMBTU)	8637	8637	8637		8637	8637	8637		8637	8637	8637	
Fuel CO2 P-Factor (DSCF/MMBTU)	1025	1025	1025		1025	1025	1025		1025	1025	1025	
Combustion Moisture (vol % @ 0% O2)	18.92	18.92	18.92		18.92	18.92	18.92		18.92	18.92	18.92	
Moisture Content (vol % at stack)	9.56	9.06	9.16		9.26	9.24	9.25		9.02	9.03	9.17	
Po Factor	1.88	1.72	1.73		1.71	1.71	1.72		1.71	1.71	1.71	
Stack Flow Rate (lb/min)				AVG				AVG				AVG
O2 Stoichiometry	1.68E+07	1.84E+07	1.85E+07	1.79E+07	2.01E+07	2.04E+07	2.03E+07	2.03E+07	2.23E+07	2.23E+07	2.22E+07	2.23E+07
CO2 Stoichiometry	1.79E+07	1.80E+07	1.81E+07	1.80E+07	1.96E+07	1.98E+07	1.98E+07	1.98E+07	2.16E+07	2.16E+07	2.15E+07	2.16E+07
Measured Concentrations												
NOx (ppmv)	6.90	6.20	6.20	6.43	7.50	7.60	7.60	7.57	7.50	7.40	7.30	7.40
NOx (ppm @ 15% O2)	5.36	5.27	5.27	5.30	6.27	6.38	6.36	6.34	6.27	6.18	6.08	6.18
CO (ppmv)	1.00	2.00	1.70	1.57	0.30	0.50	0.70	0.50	0.30	0.40	0.40	0.37
CO (ppmv @ 15% O2)	0.78	1.70	1.45	1.31	0.25	0.42	0.59	0.42	0.25	0.33	0.33	0.31
O2 (%)	13.30	13.96	13.96	13.74	13.84	13.87	13.85	13.85	13.84	13.83	13.82	13.83
CO2 (%)	4.05	4.03	4.02	4.03	4.12	4.10	4.09	4.10	4.13	4.14	4.15	4.14
VOC (ppmv dry as C1 by M-25a)	0.50	0.40	0.60	0.50	0.40	0.50	0.30	0.40	0.30	0.10	0.20	0.20
VOC (ppmv @ 15% O2)	0.39	0.34	0.51	0.41	0.33	0.42	0.25	0.33	0.25	0.08	0.17	0.17
Mass Emissions												
NOx (lbs/hr)	13.8	13.6	13.7	13.7	18.0	18.5	18.4	18.3	20.0	19.7	19.4	19.7
NOx (lbs/MMBTU)	0.020	0.019	0.019	0.019	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.022	0.023
CO (lbs/hr)	1.2	2.7	2.3	2.1	0.4	0.7	1.0	0.7	0.5	0.6	0.6	0.6
CO (lbs/MMBTU)	0.002	0.004	0.003	0.0029	0.001	0.001	0.001	0.0009	0.001	0.001	0.001	0.0007
SO2 (lbs/hr)	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08
SO2 (lbs/MMBTU)	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009
VOC (lbs/MMBTU as C1)	0.0005	0.0004	0.0006	0.0005	0.0004	0.0005	0.0003	0.0004	0.0003	0.0001	0.0002	0.0002
VOC (lbs/hr as C1)	0.349	0.306	0.460	0.372	0.335	0.423	0.252	0.337	0.278	0.093	0.185	0.185

TABLE 4: Summary of Results Base Load

Test Number	C-10	C-11	C-12	
Date:	10/7/2000	10/7/2000	10/7/2000	
Start Time	12:16	13:30	14:37	
Stop Time	13:16	14:30	15:37	
Operation	100% Load	100% Load	100% Load	
Turbine Load (MW)	154.6	155.0	155.6	
Ambient Conditions				
Temperature (°F wet)	78	78	78	
Temperature (°F dry)	88	90	90	
Barometer (in. Hg)	29.88	29.86	29.85	
Humidity (lbs/lb of air)	0.0179	0.0174	0.0174	
Fuel Stoichiometric Data				
Fuel Flow (lbs/sec)	11.72	11.76	11.81	
Fuel Flow (MMBtu/hr)	975.33	978.32	982.56	
Fuel Heating Value (BTU/lb-HHV)	23108	23108	23108	
Fuel O2 F-Factor (DSCF/MMBTU)	8637	8637	8637	
Fuel CO2 F-Factor (DSCF/MMBTU)	1025	1025	1025	
Combustion Moisture (vol % @ 0% O2)	18.84	18.92	18.92	
Moisture Content (vol % at stack)	9.46	9.42	9.46	
Fo Factor	1.71	1.72	1.72	
Stack Flow Rates (Dry, SCFH)				AVG
O2 Stoichiometry	2.41E+07	2.42E+07	2.41E+07	2.41E+07
CO2 Stoichiometry	2.34E+07	2.37E+07	2.35E+07	2.35E+07
Measured Emissions				
NOx (ppmv)	8.79	9.27	10.19	9.42
NOx (ppm @ 15% O2)	7.10	7.48	8.17	7.58
CO (ppmvd)	0.40	0.20	0.30	0.30
CO (ppmvd @ 15% O2)	0.32	0.16	0.24	0.24
O2 (%)	13.60	13.59	13.54	13.58
CO2 (%)	4.27	4.24	4.29	4.27
VOC (ppmv dry as C1 by M-25a)	0.10	0.20	0.10	0.13
VOC (ppmvd @ 15% O2)	0.08	0.16	0.08	0.11
Mass Emissions				
NOx (lbs/hr)	25.3	26.7	29.3	27.1
NOx (lbs/MMBTU)	0.026	0.027	0.030	0.028
CO (lbs/hr)	0.7	0.4	0.5	0.5
CO (lbs/MMBTU)	0.001	0.000	0.001	0.0005
SO2 (lbs/hr)	0.08	0.08	0.09	0.08
SO2 (lbs/MMBtu)	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009
VOC (lbs/MMBTU as C1)	0.0001	0.0002	0.0001	0.0001
VOC (lbs/hr as C1)	0.100	0.201	0.100	0.134

GASEOUS SAMPLING AND ANALYSIS DIAGRAM

FIGURE 1
Instrumental Sample System Diagram

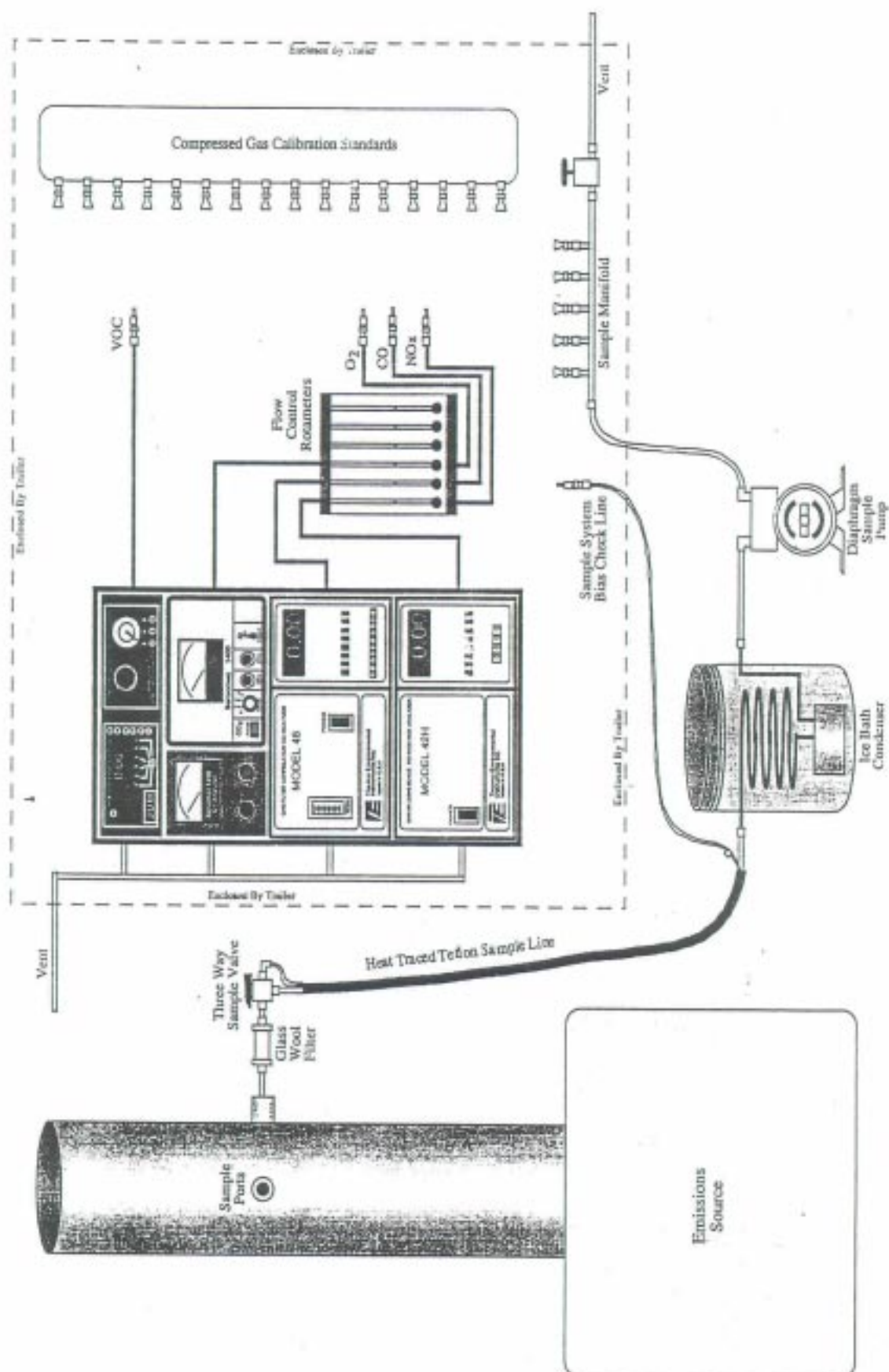


TABLE 5
Analytical Instrumentation

ANALYTICAL INSTRUMENTATION

Parameter	Model and Manufacturer	Common Use Ranges	Sensitivity	Response Time (sec.)	Detection Principle
NO _x	TECO 10AR	0-10 ppm	0.2 ppmv	1.7	Thermal reduction of NO ₂ to NO. Chemiluminescence of reaction of NO with O ₃ . Detection by PMT. Inherently linear for listed ranges.
	TECO 42H	0-25 ppm			
	TECO 42C	0-100 ppm			
		0-300 ppm			
		0-500 ppm			
CO	TECO 48 TECO 48C	0-10 ppm	0.1 ppmv	10.0	Infrared absorption, gas filter correlation detector, microprocessor based linearization.
		0-30 ppm			
		0-100 ppm			
		0-300 ppm			
		0-1000 ppmv			
CO ₂	Servomex 1400	0-5% 0-25%	0.02%	5.0	Infrared absorption, analog linearization.
O ₂	Servomex 1400	0-5% 0-25%	0.10%	15.0	Paramagnetic cell, inherently linear.
UHC	JUM	0-30, 0-100,			Flame ionization of hydrocarbons inherently linear over 2 orders of magnitude.
	Model 3-300	0-1000, 0-10000 0-100000 ppm	0.5 ppm	5.0	
Temperature	Omega HH-26K	-120 to 2000 °F	0.1 °F	n/a	Chromel-alumel, K-type thermocouple with digital thermometer. Response time based on thermocouple design.

Cubix reserves the right to substitute equivalent model analyzers that meet the specifications of the test methods.

Higher ranges available by sample dilution

Other ranges available via signal attenuation. Operating range is defined by the calibration gases used during the test.

Florida Power & Light, Ft Myers Unit 2A



RECEIVED

NOV 29 2000

D.E.P. - South District

GE ENERGY AND ENVIRONMENTAL RESEARCH CORPORATION

1001 Aviation Parkway, Morrisville, NC 27560, USA
Tel: 919.460.1060
Fax: 919.460.1944

FINAL
Emission Test Report

**FLORIDA POWER AND LIGHT COMPANY -
FORT MYERS REPOWERING PROJECT**

Initial Compliance Demonstration for
Air Emissions Permit Limits on
Unit 2A Combustion Turbine in the Simple Cycle Mode

Prepared for:

Florida Power and Light Company
10650 State Road 80
Fort Myers, FL 33905

Prepared by:

GE Energy and Environmental Research Corporation
1001 Aviation Parkway
Morrisville, NC 27560
(919) 460-1060

November 9, 2000

EXECUTIVE SUMMARY

Energy and Environmental Research Corporation performed emission testing at the Florida Power and Light Company (FP&L) facility in Fort Myers, Florida. Testing was performed to demonstrate compliance with conditions specified in FP&L's air emissions permit limits cited in Air Construction Permit 0710002-004AC issued by Florida Department of Environmental Protection (FL DEP). The testing was completed on October 14 and 15, 2000.

This report summarizes results from emission testing on Unit 2A. This unit is a General Electric stationary, combustion turbine (PG7241FA, Frame 7FA) in the simple cycle mode. The Frame 7FA gas turbine operated on natural gas in the dry low NO_x (DLN) mode.

Testing was completed at four load conditions while the unit fired natural gas. The parameters measured include carbon monoxide, nitrogen oxides, volatile organic compounds, flue gas moisture and flue gas volumetric flow rate (calculated). Opacity, required by the permit, will be performed by FP&L at a later date under previous agreement with the regulatory agency.

The results of the testing demonstrated that actual emissions are below all applicable air permit emission limits. Test results (average of three runs) are summarized below:

Parameter	Nominal Operating Rate, Percent of Full Load				
	100%	87%	63%	50%	Allowable
Nitrogen oxides ppmvd, @ 15% O ₂ lb/hr, @ ISO conditions	8.6 62.0	6.6 --	6.6 --	6.4 --	9 65
Carbon monoxide ppmvd @ 15% O ₂ lb/hr, at ISO conditions	<0.10 * <0.36 *				12 43
Volatile organic compounds ppmvd lb/hr, @ ISO conditions	<0.10 * <0.003 *				1.4 2.9
SO ₂ , NSPS Percent by Vol at 15% O ₂	0.000007				0.015

* - Value is below detection limit; instrument detection limit is reported.

Table of Contents

<u>Section</u>	<u>Description</u>	<u>Page</u>
1.0	INTRODUCTION	1
1.1	Purpose and Objectives	1
1.2	Test Program Organization	1
1.3	Project Test Plan	2
1.4	Report Contents	2
2.0	SUMMARY OF RESULTS	3
3.0	TEST PROGRAM DESCRIPTION	4
3.1	NO _x by EPA Method 20	5
3.2	CO by EPA Method 10	6
3.3	CO ₂ and O ₂ by EPA Method 3A	6
3.4	Total Hydrocarbons by EPA Method 25A	7
3.5	Non-Methane/non-ethane Hydrocarbons by EPA Methods 25A and 18.7.2	7
3.6	Sampling and Analysis of Natural Gas	8
3.7	Stack Gas Volumetric Flowrate by EPA Method 19	8
3.8	Stack Gas Moisture by EPA Method 4	9
3.9	Measurement of Ambient Conditions	9
3.10	Process Data Collection	9
4.0	TEST RESULTS	10
4.1	Test Narrative	10
4.2	Quality Control Procedures and Results	15
4.2.1	Continuous Emission Monitors Data Quality	15
4.2.2	Quality Control Procedures for Manual Sampling	17
4.2.3	Data Reduction, Validation and Reporting	18

APPENDICES

Appendix A	CEMS Data
Appendix B	Methane/Ethane Analysis
Appendix C	Moisture Data
Appendix D	Process Operating Data
Appendix E	Ambient Data
Appendix F	Calibration Gas Certification Sheets
Appendix G	Natural Gas Analysis Report
Appendix H	Example Calculations
Appendix I	Sample Location Schematics

Tables

<u>Number</u>	<u>Description</u>	<u>Page</u>
1-1	Test Matrix and Purpose of Testing	1
2-1	Summary of Results	3
3-1	Instrument Specifications	4
3-2	Fuel Analysis Procedures	8
4-1	Air Permit Test Sequence	10
4-2	Emission Summary Table, 50% Base Load Conditions	11
4-3	Emission Summary Table, 63% Base Load Conditions	12
4-4	Emission Summary Table, 87% Base Load Conditions	13
4-5	Emission Summary Table, 100% Base Load Conditions	14
4-6	Quality Control Checks	16



GE Energy and Environmental Research Corporation

1.0 INTRODUCTION

The Florida Power and Light Company (FPL) operates a power plant in Fort Myers, Florida. The facility is in the process of having six new combined cycle gas turbines installed as part of the Fort Myers Repowering Project. The unit tested under this effort is identified as Unit 2A. This unit is a simple cycle General Electric stationary combustion turbine (PG7241FA, Frame 7FA). The Frame 7FA gas turbine operated on natural gas in the dry low NO_x (DLN) mode.

General Electric Energy and Environmental Research Corporation (GE EER) was contracted by General Electric Power Plant Systems Department (PPSD) at the direction of FPL to perform the initial compliance test demonstration.

1.1 Purpose and Objectives

The data collected during this testing will be used by FPL to demonstrate compliance with air emissions permit limits cited in Air Construction Permit 0710002-004AC issued by Florida Department of Environmental Protection (FL DEP).

Table 1-1 provides a matrix of parameters, load conditions and purposes of the testing.

TABLE 1-1. Test Matrix and Purpose of Testing

Parameter	Test Method	Nominal Operating Rate, percent of full load			
		100	87	63	50
NO _x	EPA M20	Permit	Permit	Permit	Permit
CO	EPA M10	Permit	--	--	--
NM/E VOC	EPA M25A/ M18.7.2	Permit	--	--	--
O ₂	EPA M3A	Info	Info	Info	Info
CO ₂	EPA M3A	Info	Info	Info	Info
SO ₂	Calculated	Permit	--	--	--
Exhaust Flowrate	EPA M19 calc.	Info*	Info*	Info*	Info*

NM/E VOC – non methane/ethane volatile organic compounds

Permit – air permit requirement; Info – internal information or supporting other data requirements

Natural gas samples collected and analyzed for specific gravity, heating value and sulfur.

* Data used to calculate mass emission rates.



GE Energy and Environmental Research Corporation

1.2 Test Program Organization

The primary contacts for the test program were:

FP&L Personnel

Rich Piper, (561) 691-7058

GE EER Personnel

Michael White, test contractor manager, (919) 460-1060

John Maxwell, field team leader, (919) 460-1060

1.3 Project Test Plan

GE EER followed the methodology and procedures cited in the document entitled "Emission Test Plan, Florida Power and Light Company, Fort Myers Repowering Project, Initial Compliance Demonstration for Emission Guarantee and Air Emission Permit Limits on Six Combustion Turbines in the Simple Cycle Mode" dated September 29, 2000.

There were no significant deviations from the Test Plan. There were no significant data quality problems encountered during this testing.

1.4 Report Contents

The remainder of this Report is comprised of four Sections and Appendices. Section 2 contains a brief summary of the results in comparison to the compliance demonstration requirements. Section 3 provides a description of the procedures followed for the testing as specified in the Test Plan. Section 4 contains detailed summaries of emission testing results and associated quality control measures.

The Appendices contain all supporting documentation for the results presented in this report.

GE Energy and Environmental Research Corporation

2.0 SUMMARY OF RESULTS

The emission tests for Unit 2A were conducted on October 14 and 15, 2000 under the conditions specified in the Emission Test Plan dated September 29, 2000 that was previously prepared by GE EER. There were no significant deviations from the standard test procedures set within the plan.

Results of three test runs are averaged and presented in Table 2-1 for comparison to existing air permit limits. A more complete discussion of the results is provided in Section 4. All reported emissions are below the air permit limits.

Table 2-1. Summary of Results

Parameter	Nominal Operating Rate, Percent of Full Load				
	100%	87%	63%	50%	Allowable
Nitrogen oxides ppmvd, @ 15% O ₂ , lb/hr, @ ISO conditions	8.6 62.0	6.6 --	6.6 --	6.4 --	9 65
Carbon monoxide ppmvd @ 15% O ₂ , lb/hr, at ISO conditions	<0.10 * <0.36 *				12 43
Volatile organic compounds ppmvd lb/hr, @ ISO conditions	<0.10 * <0.003 *				1.4 2.9
SO ₂ , NSPS Percent by Vol at 15% O ₂	0.000007				0.015

* - Value is below detection limit, instrument detection limit is reported.

Opacity measurements, an additional air permit requirement, will be performed by FP&L at a later date under agreement with the state regulatory authority.

GE Energy and Environmental Research Corporation

3.0 TEST PROGRAM DESCRIPTION

GE EER configured a sampling/monitoring strategy consistent with the requirements cited in FP&L's Air Construction Permit and the associated emission limits and standards.

This subsection identifies the procedures that were followed to demonstrate compliance with air permit emission limits and 40 CFR Part 60 Subpart GG New Source Performance Standards (NSPS), as applicable. All compliance testing was completed in strict accordance with the methods, as applicable.

Table 3-1 summarizes the monitoring procedures followed for the demonstration testing.

Table 3-1. Instrument Specifications

Analyte	Instrument/Principal	Range Specifications	Calibration Values
NO _x by EPA Method 20	TECO Model 42 C, Chemiluminescence	0-20 ppm	0, 6.0, 9.0, and 18.0
O ₂ by EPA Method 3A	Servomex 1400 Paramagnetic	0-25 percent	0, 12.0 and 20.1
CO ₂ by EPA Method 3A	ACS 3200 Infrared	0-10 percent	0, 5.0 and 8.0
CO by EPA Method 10	TECO Model 48 CTL NDIR w/GFC	0-10 ppm	0, 3.0, 5.0, and 8.0
VOCs by EPA Method 25A (for total unburned hydrocarbon) and EPA Method 18.7.2 (for methane and ethane)	California Analytical flame ionization detector (THC) and a Hewlett Packard 5890 GC/Flame ionization detector	0-10 ppm for THC monitor GC/FID calibrated as appropriate	0, 3.0, 5.5 and 8.0 (THC monitor)

The procedures for the measurements during this program were primarily instrumentation techniques using continuous emission monitors. GE EER's continuous emission monitoring system (CEMS) is housed inside a mobile laboratory in the back of a 22-foot truck.

Sample gas extracted from the source being monitored was first cleaned and dried before analysis (except total hydrocarbons). The gas was conditioned by passing through a heated filter, a heat traced Teflon line into a condenser-style moisture removal system prior to analysis for NO_x, CO₂, and O₂ and CO. The conditioning system cools the gas to 35 °F and thereby condenses out most of the moisture in the sample. The system is operated with chilled condensers, which are continuously drained thereby minimizing the possibility of scrubbing target compounds. The flow

ANEXO 4

RELATÓRIO DA URS:

ANALYSIS OF POTENTIAL OZONE GENERATION FROM THE CARIوبا POWER PROJECT



ANALYSIS OF POTENTIAL OZONE GENERATION FROM THE CARIOBA POWER PROJECT

1.0 INTRODUCTION

InterGen Energy is proposing to construct and operate a 1200 Megawatt (Mw) power plant in the State of Sao Paulo, Brazil. This project will utilize natural gas fired combustion turbines and dry-low NO_x technology to minimize emissions. InterGen has been requested by CETESB to provide an assessment of the potential ozone generation from the project. While the Carioba Power Project will not directly emit ozone, the project will emit precursors of ozone generation. The primary precursors emitted by the Project will be nitrogen dioxide (NO_x) and volatile organic compounds (-VOC).

Potential ozone generation from point sources has been of interest to regulatory agencies for some time. The USEPA Guideline on Air Quality Models examined several photochemical models for addressing ozone issues. One such model is the EKMA model. As noted by the USEPA, the EKMA model is not well suited to handle single point sources, as the point source emissions are immediately spread into a broad based urban mix and the individual contribution of the single point source is quenched by such broad spatial dilution. Although other models such as the Urban Airshed Model (UAM) explicitly handles spatial resolution of point sources by gridded cells, the degree of resolution (on the order of 4-5 Km) is still insufficient to account for near-source behavior. Also the resources and input data required for the UAM are extensive, and it is not recommended for point source impact assessment.

The Reactive Plume Model (RPM, Version IV) is a better choice for case-by-case refined modeling of point source ozone impacts. However, the model user faces the possibility of conducting an exhaustive compilation of aerometric and emissions data in order to run the RPM model. Additionally, guidance for applying RPM for a single point source is not well defined (USEPA, -1999.) Consequently, use of photochemical models for



assessing point source impacts has been limited to date and has focused on VOC-dominated plumes.

In response to this need, a screening level approach has been developed based on numerous RPM runs and sensitivity analyses (Scheffe, 1997). Scheffe has suggested in some cases the use of a multiplier to reflect worst-case conditions. However, the results of the screening tables are conservative by nature and the use of the multiplier would not change the results of this exercise. This method has been applied to the Carioba Power Project, as discussed below. The screening procedure allows the use of tables compiled from RPM model runs to estimate the incremental ozone increase resulting from the emissions of a single source. The USEPA has recommended this approach for point sources having significant emissions of ozone precursors.

The remainder of this paper is structured as follows:

- Overview of the RPM Model
- Description of Modeling Approach
- Impact Assessment for the Carioba Power Project
- Conclusions



2.0 OVERVIEW OF THE RPM MODEL

The screening methodology is based on numerous runs and sensitivity analyses of the RPM model. All RPM runs utilized the Carbon Bond Mechanism IV (CBM). The following discussion is taken from the Model Users Guide.

The Reactive Plume Model (RPM-IV) is a photochemical plume-segment model that simulates the evolution of a photochemical plume by representing the plume as a series of cells across the horizontal extent of the plume. The RPM is a Lagrangian model that represents an air parcel of pollutants as it moves downwind, simulating the entrainment of ambient (background) air and the resulting chemical transformations within the plume. Each run of the RPM simulates one air parcel trajectory as it travels downwind. The RPM estimates short-term concentrations of primary pollutants (reactive or inert emissions) and secondary pollutants (those formed within point-source plumes). Different chemical mechanisms can be used within and outside the plume in different model runs, such as first-order reaction rate approximations to nonlinear chemical systems, different levels of condensation of a master mechanism, or different representations of chemical reactions (e.g., alternative reaction rate constants).

RPM-IV includes several improvements over the RPM-II (Stewart and Liu, 1981; Morris, Stewart, and Liu, 1988). The RPM-IV uses a stiff differential equation solver (a method first proposed by Gear, 1971), which explicitly integrates all of the reactions in the input chemical kinetic mechanism. The Carbon Bond Mechanism IV (CBM) is the mechanism supplied with the RPM-IV, although other chemical mechanisms can be used by changing the input file. A steady-state version of the model, RPM-IVSS, employs steady-state approximation in the solution scheme for several fast-reacting radical species and solves the differential equations for the CBM using Newton's method. The RPM-IVSS uses only the CBM mechanism, which is built into the code in the numerical solution procedure.



Other recent improvements over RPM-IV include:

- Incorporation of the latest Carbon Bond Mechanism IV (CBM), including a 1991 update to the PAN chemistry and inclusion of an XO₂-HO₂ reaction;
- The option of having photolysis rate constants calculated;
- Enhanced flexibility with regard to input/output options;
- A user-friendly front end (SETUPRPM) that allows RPM input files to be developed through a series of questions and answers; and
- The ability to interface with input and output from the EPA Regional Oxidant Model (ROM) (ROM-RPM preprocessor) and Urban Airshed Model (UAM) (UAM-RPM preprocessor).

2.1 General Model Concepts

The RPM simulates the chemistry and entrainment processes of a photochemical reacting plume. Thus, information on the meteorological conditions and background (ambient) air quality conditions must be input to the RPM. Key inputs include the description of plume expansion as it travels downwind, the concentrations of the background air to be entrained by the plume, the rates of the photolysis reactions, and any emission sources that lie along the trajectory of the plume. Since the air parcel moves downwind from a release point (usually a point source under consideration) independent of x and y UTM coordinates, time and distance refer to the time since release and the downwind distance of the air parcel.



Plume Expansion: The plume expansion can be defined explicitly by the user by specifying the plume width and depths as a function of downwind distance.

Alternatively, the atmospheric stability and mixing height may be specified as a function of time and the RPM will calculate the plume expansion rates using Pasquill-Gifford-Turner (PGT) expansion curves and the wind speed inputs. The ROM-RPM and UAM-RPM preprocessor programs also use PGT dispersion rates to define plume widths and depths.

Ambient Air Quality: The background (ambient) concentration inputs to the RPM are a key input that may decide whether a source will or will not produce ozone. Ambient concentrations may be input by the user as a function of time (i.e., time since release of the air parcel). Alternatively, the initial concentrations of the ambient air may be specified and the RPM will perform a simulation of the chemical evolution of the initial concentrations through a "box model" or "ambient" air simulation. Background concentrations may also be obtained from the ROM or UAM photochemical grid models using the ROM-RPM or UAM-RPM preprocessors.

Photolysis Rates: Photolysis rates (i.e., chemical reaction rates dependent on sunlight) can be either input by the user or, in the case of the CBM, calculated by the RPM using the user-supplied information on location (latitude/longitude) and time of year.

Emissions: Emissions are input into the RPM as a function of downwind distance. The emissions are injected into the plume (air parcel) as it passes over the specified downwind location.

2.2 Applications

The RPM-IV can be applied to a variety of air pollution problems involving reactive pollutant species. In the past it has been used primarily for the simulation of point-source



plumes, although it has also been used to analyze some area-source emissions. The current model can treat several sources at once if they can be assumed to line up along the plume trajectory. The RPM is a Lagrangian (trajectory) model that necessarily assumes a coherent air parcel. As such, the model must be considered a screening model since it cannot adequately simulate all of the atmospheric processes associated with the dispersion and formation of pollutants (e.g., wind shear and land/sea breezes).

The RPM has been successfully used to evaluate the following scenarios:

- The impact of point-source emissions on oxidant levels in downwind urban and rural areas.
- The impact of point-source NO_x emissions on downwind NO_x concentrations.
- The effect of area-source hydrocarbon and NO_x emissions on oxidant levels in downwind rural and urban areas.
- The impact of point-source SO₂ emissions on downwind SO₂ concentrations using a complex chemical kinetics package to account for the chemical conversion of SO₂ to sulfates.
- The sensitivity of ozone formation in a plume to key parameters, including plume expansion rate, background air quality, photolysis rates, the chemical kinetic mechanism, and the chemical mechanism solution procedure (i.e., the Gear method or Newton's method with steady-state approximation).

The model is useful for many types of regulatory studies, such as new source reviews, prevention of significant deterioration studies, control technology evaluations, alternative combustion fuel studies, the design of supplementary control systems, formulation and evaluation of emission control strategies, and visibility impairment studies. As a research



tool, the model is also useful for developing condensed chemical mechanisms, examining the effects of alternative chemical mechanisms on ozone formation, or analyzing the effects of steady-state approximation on ozone formation.

2.3 Model Evaluation

The USEPA has conducted a model performance evaluation of the RPM-IV using data from the Midwest Interstate Sulfur Transformation and Transport (MISST) measurement program. Several plume measurement data bases were reviewed for appropriateness for performing this preliminary evaluation of the model's performance. The MISST data set was selected because it contained sufficient data for developing RPM inputs, it spanned several days with different meteorological regimes, and it provided data for evaluating the RPM for four separate species: ozone, NO₂, NO, and SO₂. Although some other data sets (e.g., the 1975–1976 EPRI Four Corners or the 1979 VISTTA data sets) have better-defined plume measurements, most of these are from studies of plumes from single sources in isolated locations without interference from other sources. Consequently, plume ozone measurements tended to be lower than those of ambient ozone due to insufficient amounts of hydrocarbons available to initiate ozone formation in a NO_x plume.

The MISTT program collected data on the plume from the Labadie Power Plant (near St. Louis) and the St. Louis urban plume. The MISTT study was carried out on 18 days during June through August 1976. Aircraft traversals of the plume were made by Meteorology Research Incorporated (MRI) and Washington University (WU) on 13 days; MRI and WU collected data together on only seven of those days.

Sixteen plume measurement scenarios were simulated with the RPM-IV and the 1991 version of the Carbon Bond Mechanism IV (CBM) chemistry with SO_x chemistry added.



A considerable effort was made during the evaluation of RPM-IV to extract suitable meteorological and plume-parameter data from the raw MISTT data base. The RPM-IV was exercised in the MODE2 = 2 configuration (i.e., plume-only simulation) because hydrocarbon, NO_x, and SO₂ data had been provided as background concentrations for all of the scenarios of interest. The point source consists of the Labadie Power Plant, located, for model input purposes, at 91.0° longitude and 38.5° latitude.

Each aircraft traversal through the plume during each measurement day represents a plume-average observation data point to be compared with model predictions. Of the 16 plume measurement scenarios, a total of 28 traversals were conducted. The USEPA's model evaluation is therefore restricted to a sample size of 28. Measurements of SO₂ and ozone were made on all traversals of the MRI and WU aircraft. The WU aircraft did not measure NO_x and sometimes the MRI aircraft only measured NO_x or NO, in which case NO₂ "measurements" had to be deduced assuming a photo-stationary state between NO, NO₂, and ozone.

The preliminary model performance evaluation was based on the following measures:

- Scatterplots of predicted versus observed SO₂, O₃, NO₂, NO concentrations;
- Statistical measures of observations, predictions, and residuals (defined as observed minus predicted) for the four species; and
- Scatterplots of the residuals versus downwind distance and scenario.

Predicted and observed ozone concentrations are compared in Table 1. As can be seen in Table 1, the RPM-IV does an adequate job of replicating the plume-average ozone concentrations obtained from the aircraft traversals. The bias and gross (average absolute) error are about the same, 11 and 13 ppb. The model tracks the trends in the observed ozone concentrations quite well, with a correlation coefficient of 0.75. Over 85



percent of the predicted ozone concentrations are within a factor of two of the observed values.



TABLE 1. Predicted and observed plume average ozone concentrations (ppb) from the Labadie Power Plant using aircraft traverses from the MISTT database.

Scenario	Date (July, 1976)	Downwind Distance (km)	Concentration (ppb)		Percent (100*(Pred.- Obs.)/Obs.)
			Observed	Predicted	
1	2	5.0	46.0	33.4	-27.4
1	2	69.0	34.0	47.3	39.1
1	2	120.0	72.7	62.3	-14.3
2	5	10.0	41.5	37.0	-10.8
2	5	27.0	48.5	47.7	-1.6
2	5	46.0	55.5	56.2	1.3
3	5	44.0	55.5	18.6	-66.5
3	5	73.0	57.2	50.3	-12.1
4	7	85.0	44.0	43.5	-1.1
5	7	83.0	44.0	41.5	-5.7
5	7	108.0	43.0	45.0	4.7
6	14	23.0	50.0	12.9	-74.2
6	14	44.0	51.9	28.6	-44.9
7	14	46.0	76.0	59.6	-21.6
8	15	29.0	38.7	38.9	0.5
8	15	52.0	59.3	53.9	-9.1
9	18	26.0	55.3	53.9	-2.5
10	20	21.0	51.3	45.3	-11.7
10	20	60.0	71.0	62.6	-11.8
11	23	25.0	42.8	6.5	-84.8
11	23	125.0	77.5	60.0	-22.6
11	23	165.0	91.0	85.1	-6.5
12	28	51.2	0.0	0.0	N/A
13	28	27.0	74.8	62.1	-17.0
14	30	26.8	62.5	25.3	-59.5
15	30	12.0	72.3	75.7	4.7
15	30	23.0	93.2	88.9	-4.6
16	30	35.0	112.7	62.9	-44.2



One feature noted is that the model tends to underpredict some of the lower observed ozone concentrations. An examination of the residuals as a function of downwind distance indicates that these underpredictions occur at downwind distances closer to the source (< 50 km). Thus the underprediction may be due to the fact that measured data were collected during aircraft traversals that moved in and out of the ozone-depleted plume (i.e., measured both ambient and plume concentrations) resulting in measured "plume-average" ozone concentrations that are higher than would have occurred if ambient air had not been included. Another possible explanation for the RPM-IV underprediction of ozone concentrations in ozone-depleted plumes is the assumption that all species concentrations within an RPM cell are well mixed. Ozone depletion in a power plant plume is frequently diffusion- rather than chemistry-limited, and diffusion-limited reactions are not considered in the version of RPM-IV that was evaluated.

The USEPA evaluation of the RPM-IV has shown that the model succeeds in replicating measurement of point-source ozone levels. The model has demonstrated its usefulness for predicting plume concentration levels downwind of isolated sources. However, the model is not intended for use in an urban environment or in situations with extensive plume overlap, as may have occurred in some of these measurements. Therefore, RPM is an appropriate basis for the screening approach described below for the Carioba Power Project.



3.0 DESCRIPTION OF MODELING APPROACH

A screening approach for estimating the point source impacts on ambient ozone levels has been developed based on RPM runs and sensitivity analyses as described by Scheffe (1997). This approach is summarized below.

Typically, the application of a particular screening approach results in conservative estimates. For potentially complicated cases, a comprehensive modeling approach might include a series of efforts ranging from initial screening to a thorough refined analysis. Each successive step would result in less conservative and more realistic estimates, usually at the expenses of increased resource allotments as one proceeds towards the realistic, refined analysis. Thus, considering the complications due to simulating formation of secondary pollutants like ozone and recognizing that a first level screening approach must encompass an extremely broad set of potential applications, the methodology applied for screening table development was designed to produce conservative values that could be applied with minimal resource allocation. The screening approach is most appropriately used to determine the general magnitude of a source's impact.

The screening approach is based on a number of RPM-II sensitivity analyses designed to determine "reasonable worst-case" model inputs. Thorough descriptions of RPM-IV formulation, input requirements, and output options are available in the Model User's Guide. The model requires a set of meteorological inputs that determine plume transport and chemical reaction rates, emission rates of required precursor species, and background concentrations of species entrained as the plume expands downwind. All model runs were based on a version of RPM- II using the Carbon Bond Mechanism-IV (CBM).



3.1 Background Chemistries

The screening approach led to the development of two tables, one for the rural and a second for urban applications. Each table expresses maximum hourly incremental impact on ozone as a function of VOC emission rate and the VOC/NO_x emission ratio. Model runs used to develop the rural tables were performed with spatially invariant background chemistry representative of “clean” continental areas. Ambient concentrations of all CBM species (Table 2) assumed for rural background air are identical to those utilized in rural ozone modeling studies performed with EPA’s Regional Oxidant Model (ROM).

TABLE 2

**BACKGROUND SPECIES CONCENTRATIONS (ppm) TAKEN TO BE
REPRESENTATIVE OF “CLEAN” ATMOSPHERIC CONDITIONS**

ALO ₂	9.005E-5	NO	5.054E-5
H ₂ O ₂	1.084E-3	OH	2.947E-7
MGLY	1.529E-6	PHO	4.124E-9
O	1.496E-10	XYL	1.296E-9
PAR	3.224E-3	ETH	1.681E-5
XO ₂	1.171E-5	HO ₂	1.491E-4
C ₂ O ₃	7.389E-7	NO ₂	1.496E-9
HNO ₂	1.859E-6	OLE	4.676E-9
N ₂ O ₅	1.723E-9	TLA	9.338E-9
O ₃	3.193E-2	FORM	1.148E-3
PHEN	4.286E-5	ISOP	0.00E+0
XO ₂ N	1.417E-6	NO ₃	2.041E-8
CO	9.873E-2	PAN	5.167E-5
HNO ₃	1.646E-3	TOL	1.219E-5



For the urban table, ambient urban chemistry was generated by the ambient mode option in RPM-IV to estimate concentrations and composition of background (dilution) air. With this option the model accepts a set of precursor concentrations and develops reactor (constant volume) calculations using the CBM mechanism. Once the ambient species profiles were developed, the entrainment step in subsequent plume calculations uses the simulated ambient concentrations.

This 2-step procedure was applied in developing a “reasonable worst-case” set of background concentration profiles for all species by incrementally decreasing precursor levels in the ambient mode such that a relative maximum ozone increment is formed during the subsequent plume simulation. Initial concentrations of precursors used to drive the ambient simulation were based on starting with OZIPM4 default values (listed below) for NMOC (NMOC and VOC are used interchangeably), NO_x and CO composition and concentration, and scaling those values downward and across-the-board (i.e., reducing total precursor concentration yet retaining default composition). The downward scaling is required because the ambient mode option in RPM-IV has no provision for adjusting mixing height; consequently, a set of precursors which might produce a realistic profile with typical diurnal dilution yields highly concentrated, unrealistic concentrations with a constant reactor volume constraint.

OZIPM4 DEFAULT PRECURSOR INPUTS

NMOC Total	1.0	Ppmc	OLE	0.0175 ppm
NO _x Total	0.1	Ppm	ETH	0.0185 ppm
NO ₂	0.025	Ppm	FORM	0.021 ppm
NO	0.075	Ppm	TOL	0.0127 ppm
CO	1.2	Ppm	ALD2	0.026 ppm
PAR	0.564	Ppm	NR	0.085 ppm
XYL	0.146	Ppm	H ₂ O	20,000 ppm



The OZIPM4 default set of precursors without reduction produces an excessively high peak background ozone concentrations of 46.4 pphm. Subsequent simulations with across-the-board precursor reductions resulted in successively larger ozone increments and lower peak ambient ozone concentrations. The set of precursor inputs corresponding to 16% of default values produced the largest ozone increment while achieving ambient ozone above 12 pphm. Accordingly, that set of precursors was used for developing the urban screening tables.

3.2 Model Sensitivity Analyses and Development of Worst case Conditions

Meteorological and Source Speciation Inputs Single parameter sensitivity analyses were performed for the following input parameters: simulation starting time, temperature, plume depth, plume width, wind speed, and source VOC composition. A thorough factorial analysis of all possible combinations was not performed because of the range, continuous nature, and number of variables involved. All model runs were performed using rural background concentrations, except for VOC composition sensitivity runs that were performed with rural and urban background chemistries.

A continuous mass emission rate of 10,000 tons/year NMOC using the following composition based on EKMA default values was used in all sensitivity runs:

ppm CO/ppmc NMOC	-	1.2
ppmc NMOC/ppm NOx	-	10
ppm NOx/ppm NO	-	4

CB4 group fraction on ppmc basis

ETH	0.037	TOL	0.089
OLE	0.035	XYL	0.117
ALD2	0.052	PAR	0.564
FORM	0.021	NR	0.085



All simulations used the EKMA default location of Los Angeles, California (Lat. 34.058; Long. 118.256; 6/21/75); virtually no sensitivity resulted from varying latitude.

Emissions NMOC Mix. In addition to the standard EKMA mix with a NMOC/NO_x of 10, runs were performed with single-component NMOC emissions representing each CBM class (except isoprene) and different NMOC/NO_x ratios. To overcome numerical problems requiring excessive computational time for olefins, a mix of 70% olefins and 30% paraffins was used in place of pure olefins.

These single-component emissions were run with mass emissions rates of CO and NO_x that were identical to those applied for the standard EKMA emissions mix as described above (this to differences in effective molecular weights among the emissions scenarios). All NMOC emissions were based on the standard mass emission rate of 10,000 tons/year. Also, additional NMOC/NO_x ratios of 4 and 2 (based on standard EKMA mix) were applied for all emissions mixes.

3.3 Results of sensitivity analyses

Meteorological Inputs Based on results of sensitivity analyses, the following meteorological values were used in modeling runs to develop the screening tables and approach:

- wind speed – 1 m/s
- atmospheric stability (governing horizontal dispersion) – Pasquill Gifford class C
- plume depth – 700 m
- ambient temperature – 311 K
- rural start time - 1000 LST (NMOC/NO_x > 5)
- 0700 LST (5 > NMOC/NO_x > 1)
- 0600 LST (NMOC/NO_x < 1)
- urban start time - 0800 LST all ratios

- 16 -

Starting Time: Only minor sensitivity was attributed to varying starting time from 0600 to 1200 LST for standard mix with NMOC/NO_x = 10. Sensitivity to starting time increased as NMOC/NO_x ratio decreased; at lower NMOC/NO_x ratios earlier starting times produced larger ozone increments. Nitric Oxide (NO) titration of ozone is not dominant at high NMOC/NO_x. Thus, an optimal starting time for maximizing ozone formation would occur later in the day so that a plume rich in NMOC is exposed to high incident radiation. In contrast at low NMOC/NO_x ratios, the relatively higher NO_x levels scavenge ozone and tie up many of the free radicals required by VOC compounds in the ozone formation process. Consequently, the plume requires extended time to reach optimum ozone forming potential. Accordingly, an earlier start time which provides intense incident radiation on plume segments sufficiently downwind is required to enable NO_x dilution and NO conversion to NO₂. Due to these coupled effects between NMOC/NO_x ratios and plume exposure times, starting times used in rural screening table development which varied with the NMOC/NO_x ratio were used.

As indicated earlier, urban background air was assumed to be consistent with what would be if typical 6 – 9 A.M. urban NMOC and NO_x were irradiated. Thus, to provide consistency with background precursor levels and composition, all urban simulations started at 8 A.M. LST.

Wind Speed: Wind speed variations impart the greatest degree of sensitivity on maximum ozone increments. Successively smaller decreases in ozone impacts occur as wind speed increases from 1 to 5 m/s; a reasonable response since, in effect, a 2-fold increase in wind speed represents a 50% increase in the dilution rate.

Stability Class (Horizontal dispersion): Ozone formation increased as stability classes were changed from Class A (1) to Class E (5). This response is caused by successively less downwind dilution when proceeding through higher stability categories. Although Class D and E stabilities yield large ozone increments, these stability classes are clearly inconsistent with other optimal ozone forming conditions (full sunlight, light



winds). In following a conservative approach consistent with any stability is appropriate. Actually, the selection of a more stable dispersion scenario is consistent with the notion of plume meander whereby plume dispersion calculated from standard dispersion parameters encompasses a complete crosswind profile due to plume meander, yet the effective crosswind plume dimension (where reactions occur) is governed by an instantaneous crosswind dimension. While plume meander certainly increases aerial exposure to a particular plume, reactivity is dependent on actual crosswind dimensions at a point in time.

Plume depth: The ozone formation response to varying plume depth (i.e., the vertical dimension held constant throughout time) is similar to that for wind speed, an apparent dilution phenomenon. The selection of a 700 m maximum plume depth is, admittedly, somewhat arbitrary. Certainly an upper bound must be imposed to account for low mixing heights, otherwise a plume would grow indefinitely, and rather rapidly, over time. While the existence of 700 m mixing heights is not uncommon, the occurrence of such a low mixing height under optimal ozone forming conditions is not likely in many locations. Nevertheless, an upper bound must be imposed and, the difference in maximum ozone increments between 700 m and 900 m is about 15%. Furthermore, observed summertime, afternoon measurement of plume depths taken from the Tennessee Plume study show plume depths typically ranging from 500 m to 700 m.

Temperature: Ozone formation increased with increasing temperature, a result consistent with observed correlations among high temperature and high ozone levels. The selection of 311 K (100 °F) is not unreasonably high.



4.0 IMPACT ASSESSMENT FOR THE CARIOBA POWER PROJECT

4.1 APPROACH

The impact assessment utilized screening tables developed by the USEPA as discussed above. These screening tables were constructed by performing a matrix of runs under different VOC emissions rates and NMOC/NO_x emissions ratios. All rural table values were based on simulations starting at 1000 LST to maintain consistency for data interpretation. Several trends exist among the data used to develop the screening tables:

- 1) At NMOC/NO_x ratios greater than 3, any increase in NMOC emissions leads to an increased ozone maximum
- 2) As NMOC emissions rate increases, an optimal NMOC/NO_x emissions ratio exists, and this ratio shifts to lower values as NMOC source size increases
- 3) At NMOC/NO_x emissions ratios less than 3, NMOC (and NO_x) emissions increases can lead to relative decreases in ozone maximums as well as ozone deficits during one solar day.

Tables 3 and 4 present the USEPA screening tables for rural and urban areas. The rural table was used for the assessment of the Carioba Power Project.

TABLE 3
RURAL BASED OZONE INCREMENT (PPHM) AS A FUNCTION OF NMOC
EMISSIONS AND NMOC/NO_x RATIOS.

NMOC Emission s (tons/yr)	NMOC/NO _x (ppmc/ppm)								
	All VOC	30	20	15	12	10	5	3	1
50	0.21	0.23	0.24	0.25	0.25	0.27	0.35	0.42	0.70
75	0.21	0.24	0.25	0.27	0.29	0.32	0.42	0.53	0.83
100	0.20	0.27	0.28	0.31	0.34	0.36	0.49	0.63	0.92
300	0.19	0.44	0.53	0.60	0.69	0.72	0.94	1.09	1.14
500	0.18	0.63	0.76	0.88	0.96	1.02	1.25	1.36	0.87
750	0.16	0.85	1.05	1.17	1.29	1.32	1.55	1.55	0.39
1000	0.15	1.08	1.33	1.46	1.57	1.59	1.80	1.68	0.12
1500	0.15	1.47	1.82	2.01	2.03	2.15	2.20	1.70	-
2000	0.15	1.86	2.24	2.48	2.56	2.65	2.44	1.61	-
3000	0.15	2.63	3.20	3.39	3.46	3.54	2.87	1.29	-
5000	0.15	3.93	4.65	4.88	5.00	4.97	3.22	0.90	-
7500	0.14	5.49	6.52	6.63	6.73	6.63	3.40	0.75	-
10000	0.13	6.83	8.11	8.22	8.57	8.06	3.62	0.65	-

- indicates no discernible ozone enhancement

TABLE 4
URBAN BASED OZONE INCREMENT (PPHM) AS A FUNCTION OF NMOC
EMISSIONS AND NMOC/NO_x RATIOS.

NMOC Emissions (tons/yr)	NMOC/NO _x (ppmc/ppm)							
	All VOC	30	20	15	10	5	3	1
50	0.38	0.27	0.36	0.36	0.36	0.34	0.32	0.21
75	0.39	0.39	0.38	0.38	0.38	0.35	0.32	0.20
100	0.42	0.40	0.40	0.40	0.39	0.35	0.32	0.22
300	0.59	0.57	0.54	0.52	0.51	0.42	0.34	0.62
500	0.74	0.71	0.68	0.68	0.62	0.46	0.48	0.93
750	1.09	0.90	0.87	0.85	0.78	0.61	0.65	1.31
1000	1.38	1.08	1.07	1.02	0.91	0.74	0.89	1.56
1500	1.93	1.61	1.41	1.36	1.21	1.02	1.27	1.64
2000	2.35	2.07	1.80	1.68	1.48	1.33	1.63	1.24
3000	3.16	2.81	2.59	2.28	2.00	1.95	2.17	0.14
5000	4.43	4.31	4.01	3.43	3.11	2.99	3.09	-
7500	5.34	5.76	5.56	4.92	4.37	4.17	3.64	-
10000	5.90	7.03	6.93	6.31	5.49	5.17	3.55	-

- indicates no discernible ozone enhancement



Application of the screening tables (Tables 3 and 4) requires determining VOC emissions rates, VOC/NO_x ratios of source emissions, and establishing background location as either “urban” or “rural”.

4.2 Estimation of Potential Ozone Generation

The first step in the assessment was to determine whether the site was rural or urban in nature. Based on a site visit, the site is rural in nature.

The second step was to determine the VOC/NO_x ratio. InterGen provided estimated emissions based on performance data provided by the proposed equipment vendors. The estimated VOC emissions are approximately 50 tons per year. The estimated nitrogen oxide emissions are approximately 1759 tons per year, for a ratio of 0.028. In order to convert this ratio to relate the emissions to molar units consistent with ambient VOC/NO_x ratios, the raw ratio was multiplied by 2.875. This multiplier is derived by dividing the moles of methane by moles of nitrogen dioxide. The adjusted ratio is therefore 0.08.

This ratio reflects the fact that the plume is highly dominated by nitrogen oxides. Ratios of less than 2.0 are considered NO_x-dominated. Plumes of this type have been found to scavenge ozone and reduce ozone levels in the near-field (within 50 kilometer radius). According to the USEPA, NO_x-dominated plumes do not have any significant impacts on ozone levels.

In order to be conservative, the impact assessment was completed using the rural screening table. The screening table does not produce a numerical prediction for ratios less than 1.0. Plumes below 1.0 would not be expected to increase production of ozone. By entering a ratio value of 0.08 (less than 1.0) and VOC emissions of 50 tons per year, the maximum predicted ozone increase would be between 0 and 7 parts per billion (ppb) or 0 and 14 micrograms per cubic meter. This result could be compared with a



petrochemical facility, which has a higher rate of VOC emissions (approximately 300 tons/year), and would have twice the amount of ozone producing capability.

5.0 CONCLUSIONS

Conservative estimates of potential ozone generation from the Carioba Power Project have been developed based on procedures recommended by the USEPA. These screening techniques were developed based on simulations using the Reactive Plume Model, Version 4.

The results show that the Carioba power Project is likely to reduce ozone levels in the near field (50 kilometer radius) because of the strongly NO_x-dominated plume from the project. From a regional standpoint, even in the worst case scenario emissions from the project would be expected to only result in a maximum one-hour ozone increase of 7 ppb. This increase would be nearly undetectable and would therefore have no significant impact on ambient air quality of the region .



REFERENCES

1. U.S. EPA, "Guideline on Air Quality Models (Revised)," EPA-450/2-78-027R (1986).
2. SAI, "USER'S Guide to the Reactive Plume Model – ROM II," Systems Applications Incorporated, San Rafael, CA (1980).
3. K. Schere, Personal Communication, Atmospheric Science Research Laboratory, U.S. EPA, RTP, NC.
4. U.S. EPA, "User's manual for exercising OZIPM4 in post-87 ozone SIP's – Draft," Office of Air Quality Planning and Standards, RTP, NC (1987).
5. SRI International, "Plume behavior during the State Tennessee Plume study," Menlo Park, CA, SRI project 7659 (1981).
6. U.S. EPA, "Air Emissions Speciation Manual, " Office of Air Quality Planning and Standards, RTP, NC (1988).
7. K. Baugues, Personal communication, Office of Air Quality Planning and Standards, U.S. EPA, RTP, NC.
8. R.D. Scheffe, "VOC/NOx point source screening tables – Draft." Office of Air Quality Planning and Standards, U.S. EPA, RTP, NC (1988).