



**XX SNPTEE  
SEMINÁRIO NACIONAL  
DE PRODUÇÃO E  
TRANSMISSÃO DE  
ENERGIA ELÉTRICA**

Versão 1.0  
XXX.YY  
22 a 25 Novembro de 2009  
Recife - PE

## **GRUPO XI**

### **GRUPO DE ESTUDO DE IMPACTOS AMBIENTAIS – GIA**

#### **ANÁLISE E AVALIAÇÃO DAS EMISSÕES ATMOSFÉRICAS DA QUEIMA DO GÁS NATURAL NA USINA ELÉTRICA A GÁS DE ARAUCÁRIA LTDA**

**Jair Duarte\*** **Amilton Bizi\*\*** **Juliane de Melo Rodrigues\*** **Milene Martins de Lara\*** **Rafael Geha Serta\***  
**LACTEC** **COPEL** **LACTEC** **LACTEC** **LACTEC**

**Roberto Kohiyama\*\*** **Suelen Cristina Alves da Silva\*** **Adilson Miguel Luz\***  
**COPEL** **LACTEC** **LACTEC**

## **RESUMO**

Este artigo tem como principal objetivo apontar a real necessidade em manter um banco de dados, contendo as informações de gases oriundos da combustão de qualquer combustível seja ele fóssil ou não, com dados confiáveis e bem tratados para apontar algum tipo de anomalia junto ao processo, seja na queima, na distribuição dos gases gerados ou até mesmo, no controle dos gases emitidos considerados poluentes atmosféricos.

## **PALAVRAS-CHAVE**

Banco de dados, Poluentes Atmosféricos, Controle de Combustão.

## **1.0 - INTRODUÇÃO**

O planeta Terra passa por modificações quase que em tempo integral e uma das principais preocupações causadoras destas modificações são os poluentes gerados a partir de processos industrializados, desenvolvidos pelo homem, em alguma fase de transformação de matéria prima explorada do solo deste planeta e transformado-a em algum tipo de produto útil a população, gerando resíduos sejam eles, líquidos, sólidos ou gasosos.

Como o objetivo deste trabalho é apresentar informações sobre resíduos gerados da queima do gás natural em uma usina térmica, trataremos a condição atmosférica como tópico principal, não focando os contaminantes sejam eles líquidos ou sólidos, porém, apontando influências nestes dois meios levados ao solo e para a água.

Hoje, não só países bastante desenvolvidos estão preocupados com a qualidade do ar que a população respira. A emissão de poluentes para a atmosfera contribui para a formação local e transfronteiriça de oxidantes fotoquímicos na camada limite da troposfera, que causam danos a recursos naturais de importância vital econômica e ambiental e, mediante certas condições de exposição, tem efeitos nocivos à saúde humana. Em certas ocasiões este fenômeno é designado por *Summer smog*.

Elevadas concentrações de ozônio, um gás com propriedades de efeito estufa, na camada de ar terrestre pode prejudicar a saúde humana, afetando particularmente grupos mais vulneráveis, tais como crianças e idosos, que podem apresentar sintomas como olhos inflamados, garganta inflamada ou mesmo desenvolver problemas respiratórios mais graves.

(\*) Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento – Lactec. BR-116 – KM 98 – S/Nº – Centro Politécnico da UFPR - Jardim das Américas – Prédio do CEHPAR – Centro Politécnico da UFPR. CEP.: 81531-980. Curitiba – PR – Brasil. Tel.: (41) 3361 – 6311 – E-mail: [jair@lactec.org.br](mailto:jair@lactec.org.br)

(\*\*) Companhia Paranaense de Energia - COPEL

No Brasil, a situação não está diferente, são vários os motivos. Em um extremo, a seca em determinadas regiões e em outro, as enchentes destruindo cidades inteiras. O desmatamento descontrolado, o excesso de veículos que transitam pelas ruas, indústrias cada vez mais poluidoras, enfim, muito temos a contribuir para uma parcela deste grande problema mundial. Por um outro lado, o Governo Federal com suas preocupações, leis sendo implantadas, Universidades e Instituições de Pesquisas realizando trabalhos, preocupados com os efeitos destes poluentes, avaliam situações, criam regras, impõe limites e restringem cada vez mais o despejo destes poluentes na atmosfera.

No Estado do Paraná, não é diferente. Desde que se iniciou o estudo a caráter Federal, algumas regiões também iniciaram suas atividades, explorando leis, limites, parcerias internacionais com Universidades, Instituições de Pesquisas e através destes, foram realizados conselhos, grupos de estudos, órgãos estaduais e que hoje não só normatizam como monitoram o cumprimento destas leis. Através de avaliações, estudos de caso, cada processo a ser implantado dentro de nosso Estado, passa por uma criteriosa avaliação de Impactos Ambientais.

Um processo de geração de energia termoeletrica não é diferente. Passa por todas estas avaliações, e inclusive, é monitorado com suas emissões, devido ao tipo de combustível utilizado para sua conversão em energia elétrica. Antes mesmo de ser instalado, o processo é criteriosamente descrito e ao realizar a construção da planta, que esta atenda a todos os limites legais daquela região e ainda, com uma certa folga para no caso de algum problema operacional, ela ainda estar em conformidade com os limites autorizados e as leis. Além disto, a necessidade em criar um banco de dados com estas informações é de fundamental necessidade para o controle seja a caráter operacional do processo com regulagens ou até mesmo, dos gases emitidos pela queima do combustível considerado, seja ele fóssil ou não.

O Instituto de Tecnologia para o desenvolvimento – LACTEC em parceria com a COPEL vem monitorando as emissões atmosféricas provenientes do processo de geração de energia através da queima do gás natural na Usina Elétrica a Gás de Araucária Ltda.

O complexo UEG é constituído por duas unidades. A primeira unidade é a UCG (Unidade de Condicionamento de Gás), que tem por objetivo promover o condicionamento do gás natural oriundo da Bolívia, de modo a remover os hidrocarbonetos mais pesados e garantir a conformidade técnica e ambiental do combustível. Esta unidade encontra-se desativada. A segunda unidade da UEG, a Usina Termelétrica (UTE) propriamente dita, é responsável pela geração de energia elétrica a partir da queima do gás em duas turbinas que operam em ciclo combinado.

O Ar que é aspirado da atmosfera deve ser comprimido e misturado ao gás natural nas Turbinas a gás, onde ocorre então a combustão do gás. A expansão dos gases resultantes da combustão proporciona potência para acionar o alternador de 160 MW x 2 máquinas. Os gases quentes seguem para as respectivas Caldeiras de recuperação de calor, onde é feita a troca de calor com a água de circulação, produzindo vapor e resfriando assim os gases, que serão lançados na atmosfera e controlados por limites legais impostos em Licença de Operação da Usina, conforme é descrito em LEGISLAÇÃO.

## 2.0 - LEGISLAÇÃO

Conforme entendimento de sua LO - Licença de Operação, renovada em 13/07/2006, prevê que sejam enviados relatórios semestrais ao Instituto Ambiental do Paraná (IAP), contemplando o monitoramento contínuo das emissões atmosféricas da UTE e o monitoramento semestral das emissões atmosféricas da UCG.

Durante a fase de operação comercial da Usina, período de 01/07/2007 a 31/12/2007 foram registrados dados de emissões atmosféricas da UTE, para a verificação do atendimento aos limites de emissão estabelecidos na Licença de Operação da UEG Araucária n.º 10968.

A produção de energia é controlada pela ONS, dependendo da necessidade do sistema elétrico, onde os limites para emissão dos poluentes emitidos que devem ser atendidos são:

Limite máximo de emissão de NOx de 103mg/Nm<sup>3</sup> (medido como NO<sub>2</sub>) e de CO de 100mg/Nm<sup>3</sup> para as condições de 1.013 mbar, 0°C, seco e corrigido para 15% de O<sub>2</sub>.

Todas as médias diárias não devem ultrapassar o limite máximo de emissão;

Todas as médias horárias não devem ultrapassar o dobro do limite máximo de emissão.

As medidas de CO, O<sub>2</sub> e NOx foram realizadas com analisador de gases modelo TESTO 350 XL, de leitura contínua e princípio de medição por célula eletroquímica. Este sistema obtém análise instantânea das condições de emissão e de rendimento energético, objetivando maior eficiência de processos de queima. O processo de análise utilizado, se comparado com os processos de amostragem pontual, permite um acompanhamento temporal das emissões e sua interpretação juntamente com os parâmetros de operação.

### 3.0 - METODOLOGIA DE AMOSTRAGEM

#### 3.1 - Sensores eletroquímicos

Os sensores eletroquímicos se baseiam em reações espontâneas de oxidação e redução, que envolvem um determinado gás para medição de sua concentração. Estas reações geram a circulação de uma corrente entre os eletrodos, a qual é proporcional a concentração do gás que se deseja mensurar.

As células eletroquímicas são construídas de forma similar a uma bateria, sendo a principal diferença a presença de uma membrana semipermeável de separação das fases líquida (eletrólito) e gasosa (amostra de ar a ser medida). Esta membrana permite a difusão das moléculas gasosas através do eletrólito, evitando ao mesmo tempo a evaporação do eletrólito. A Figura 1 ilustra uma célula eletroquímica de medição de oxigênio.

Para potencializar a ionização do gás que se deseja medir no eletrólito os eletrodos dos sensores são construídos normalmente de metais como a Platina, o Ouro e a Prata em função de suas propriedades catalíticas. A membrana de separação entre a fase líquida e gasosa dos sensores é feita através de matérias porosos e hidrofóbicos. O material mais utilizado para este fim é PTFE (Poli Tetra Flúor Etileno).

Dois tipos de sensores eletroquímicos são encontrados no mercado, sendo a principal diferença entre eles a utilização de materiais sólidos e gasosos a serem oxidados. Os sensores que utilizam materiais sólidos têm sempre como produto da reação outro material sólido, sendo que os sensores que utilizam materiais gasosos podem ter como produto da reação materiais líquidos ou gasosos. Exemplos dos dois tipos de sensores seriam o sensor de medição de Oxigênio que usa como material para oxidação o chumbo (Pb) e seu produto é o Óxido de Chumbo ( $PbO_2$ ) e o sensor de medição de Monóxido de Carbono (CO) que utiliza como material a ser oxidado, o próprio Monóxido de Carbono (CO) e têm como produto o gás carbônico ( $CO_2$ ). A Figura 2 ilustra uma célula eletroquímica de medição de Monóxido de Carbono (CO).

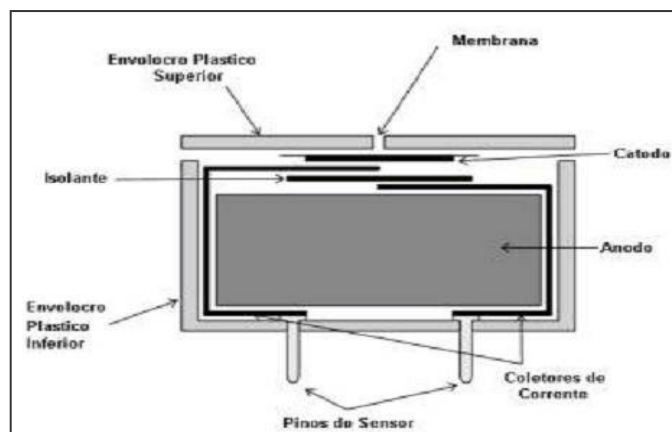


Figura 1- Estrutura de um sensor eletroquímico de medição de Oxigênio

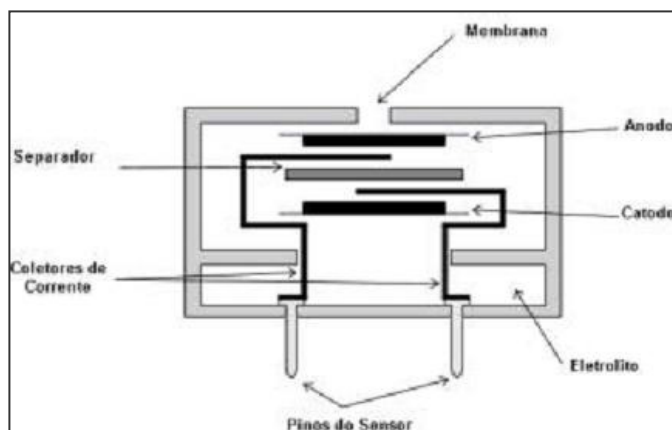


Figura 2- Estrutura de um sensor eletroquímico de medição de Monóxido de Carbono

Todos os sensores eletroquímicos possuem uma dependência na temperatura, pois a maior parte das reações eletroquímicas têm sua velocidade dependente da temperatura. Em função disto a maior parte dos sensores eletroquímicos possuem sensores de temperatura associados para promover a compensação.

Para leitura dos sinais provenientes dos sensores basta a medição da corrente que circula através dos eletrodos. A resposta elétrica é linear com a concentração dos gases e a geração dos sinais é espontânea (comportamento similar a de uma bateria). Para os sensores de concentrações baixas é necessária a amplificação adequada do sinal, pois em alguns casos a geração de corrente pode ser muito baixa (próximo de 0,1  $\mu\text{A}$  / ppm de gás).

Os sensores eletroquímicos são os sensores mais usados no mundo para medições de concentrações gasosas, uma vez que alterando-se o eletrólito, os eletrodos e o material a ser oxidado é possível à obtenção de sensores de medição de mais de 30 diferentes gases. A maior aplicação destes sensores está voltada para análise de combustão Industrial e emissões ambientais. A geração espontânea de corrente possibilita a confecção de analisadores de baixo consumo tornando os sensores viáveis no uso em medidores fixos e portáteis justificando a utilização do TESTO 350 XL.

#### 4.0 - ESTUDO DE CASO

Para este estudo foram avaliados diversos casos e escolhidos dois deles para uma questão onde é possível pontualizar situações bem distintas. Conforme os dados gerados e apresentados na Figura 3 e Figura 4, onde temos todas as características de um dia frio e chuvoso e capacidade de transporte no ar de até 6 km/h de qualquer poluente, desde que a fonte geradora seja contínua e direção de vento estável em sentido predominante e um outro dia, com características completamente opostas foram plotados gráficos, apresentados na Figura 5 e Figura 6.

Este estudo torna-se muito importante mesmo antes de uma decisão pela própria ONS, Operadora Nacional do Sistema, em solicitar uma carga maior ou menor a que a UT foi ajustada, após estudos de impacto para os poluentes, adequada a um determinado combustível, observando a questão das emissões de seus poluentes ou até mesmo, para uma questão da própria instalação de uma unidade em um local onde possa ter problemas com relação à saúde humana. Por estes motivos, apontamos aqui, duas situações independentes onde avaliamos as condições atmosféricas e relacionamos com demanda energética de uma turbina com capacidade de produção de 160 MW, a sua variação na geração de energia com a capacidade de formação dos poluentes oriundos para este caso, do gás natural em duas datas distintas onde comparativamente, todas condições atmosféricas se opõem.

##### Caso 01

Neste caso, observa-se para uma geração de 157,8 MW (média horária), num dia de temperatura média 13,4°C por volta das 10:30 da manhã, parcialmente nublado e velocidade de vento aproximado de 1,7 m/s ou 6 km/h. Os gráficos apresentados a seguir mostram uma questão importante para avaliação do processo de queima, controle de emissão e comparação com dados de emissão permitida em legislação estadual e/ou federal.

Caldeira	1									
Monitor		TEMP	UMID	RADG	UV	PRESS	PRESS	V V	DV	Potência
Units		C	%	W/m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup>	hPa	atm	m/s	Graus	MW
18/7/2007	10:25	13,5	93,4	6,8	2,9	904,1	0,892	0,9	244,7	156,35
18/7/2007	10:30	13,2	95,5	5,1	2,3	904,1	0,892	1,1	287,2	157,21
18/7/2007	10:35	13,2	96,8	5,9	7,9	904,1	0,892	0,5	234,4	157,85
18/7/2007	10:40	13,3	97,3	148,2	15,8	904,1	0,892	0,7	269,4	157,89
18/7/2007	10:45	13,3	97,8	138,9	14	904,1	0,892	1,3	210	157,48
18/7/2007	10:50	13,3	98,7	153	17,5	904,1	0,892	1,2	234,4	158,01
18/7/2007	10:55	13,5	98,8	345,9	24,1	904,1	0,892	1,3	238,5	158,23
18/7/2007	11:00	13,5	98,8	165,4	13,2	904,1	0,892	2,2	237,2	157,82
18/7/2007	11:05	13,4	98,8	181,7	17,7	904,1	0,892	3	230,3	157,20
18/7/2007	11:10	13,3	98,8	155,6	17,5	904,1	0,892	2,3	233,5	157,72
18/7/2007	11:15	13,3	97,8	182	17,6	904,1	0,892	2,5	233,3	158,27
18/7/2007	11:20	13,5	96,9	180,2	17,2	904,1	0,892	2,7	228	159,08
18/7/2007	11:25	13,6	94,9	438	36,1	904,1	0,892	2,9	238,2	157,97
Desvio Padrão		0,13	1,73	119,40	8,74	0,00	0,00	0,88	19,18	0,65
Média horária		13,4	97,3	166,1	15,7	904,1	0,9	1,7	239,9	157,8

Figura 3- Dados meteorológicos de avaliação da estação de qualidade do ar em Araucária

Caldeira	1										
Monitor		[%] O2	Ref.	CO	COcor	NOx	NOxcor	SO2	SO2cor	FT	AT
Units				[ppm]	[mg/Nm³]	[ppm]	[mg/Nm³]	[ppm]	[mg/Nm³]	[°C]	[°C]
18/7/2007	10:25	14,0	15,0	20,2	21,8	45,1	79,5	0,2	0,4	17,9	18,2
18/7/2007	10:30	14,0	15,0	30,0	32,3	46,0	81,0	0,0	0,0	17,9	19,2
18/7/2007	10:35	14,0	15,0	39,7	42,5	47,2	82,8	0,0	0,0	18,4	19,2
18/7/2007	10:40	14,0	15,0	45,0	48,2	48,0	84,3	0,0	0,0	18,6	20,5
18/7/2007	10:45	14,0	15,0	47,5	50,9	48,9	86,0	0,0	0,0	18,8	20,1
18/7/2007	10:50	14,0	15,0	48,7	52,1	49,9	87,7	0,0	0,0	19,1	21,0
18/7/2007	10:55	14,0	15,0	49,3	53,1	50,0	88,3	0,0	0,0	19,1	18,7
18/7/2007	11:00	14,1	15,0	23,9	25,9	49,9	88,7	0,5	1,2	20,0	20,2
18/7/2007	11:05	14,1	15,0	32,6	35,4	51,4	91,4	0,1	0,1	19,4	21,5
18/7/2007	11:10	14,1	15,0	35,0	38,0	52,8	94,0	0,0	0,0	19,4	20,7
18/7/2007	11:15	14,1	15,0	36,1	39,2	54,3	96,6	0,0	0,0	19,2	22,1
18/7/2007	11:20	14,0	15,0	36,9	39,7	55,4	97,9	0,0	0,0	19,5	21,0
18/7/2007	11:25	14,1	15,0	36,4	39,4	55,3	98,3	0,0	0,0	19,4	22,7
Desvio Padrão		0,04	0,00	9,10	9,70	3,38	6,31	0,14	0,35	0,63	1,32
Média horária		14,0	15,0	37,0	39,9	50,3	89,0	0,1	0,1	19,0	20,4

Figura 4 – Dados de emissões da Caldeira 01 – Usina Termelétrica de Araucária

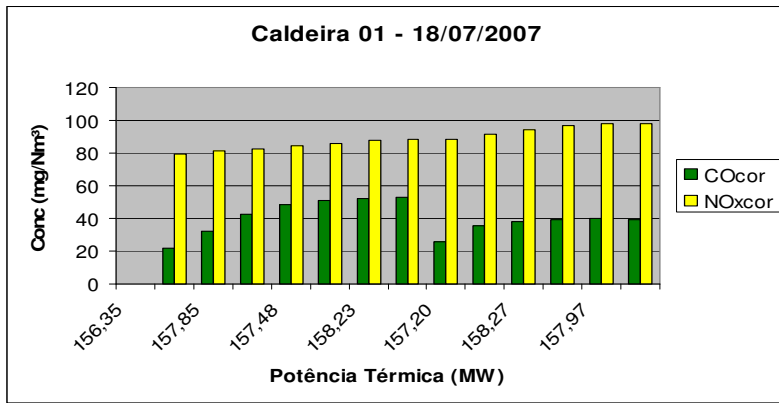


Figura 5 – Dados de emissões NOx e CO da Caldeira 01 – Usina Termelétrica de Araucária

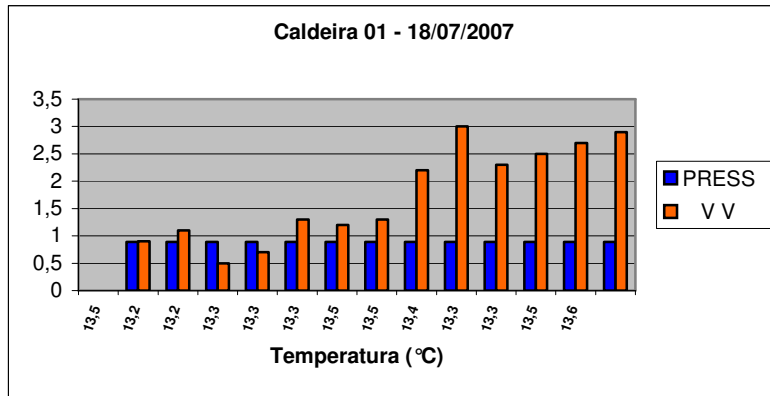


Figura 6- Gráfico de avaliação de Pressão, velocidade de vento e temperatura da estação de qualidade do ar ASSIS, em Araucária - Paraná

## Caso 02

Neste caso, observa-se para uma geração de 60,0 MW alternando para 155,0 MW (média horária) conforme é visto na Figura 7, num dia de temperatura média 30,0°C por volta das 12:30 da manhã, em um dia com poucas nuvens, ensolarado e velocidade de vento aproximado de 3,4 m/s ou 12 km/h, é observado na Figura 8, os dados dos poluentes gerados. Os gráficos apresentados a seguir mostram uma questão importante para avaliação do processo de queima, controle de emissão e comparação com dados de emissão permitidos em legislação estadual e/ou federal.

Caldeira	1										
Monitor		TEMP	UMID	RADG	UV	PRESS	PRESS	V V	DV	Potência	
Units		C	%	W/m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup>	hPa	atm	m/s	Graus	MW	
31/10/2007	11:55	28,8	35,7	879	106,7	903,6	0,892	3,5	338,3	68,47	
31/10/2007	12:00	28,8	34,5	879,8	106,8	903,5	0,892	4	14,7	69,95	
31/10/2007	12:05	28,9	33,6	784,7	99,2	903,4	0,892	4	27,4	74,19	
31/10/2007	12:10	29,3	33,8	880,6	106,9	903,2	0,891	3	1,9	78,94	
31/10/2007	12:15	29,6	33,6	881,5	106,2	902,9	0,891	2,7	22,6	85,16	
31/10/2007	12:20	29,8	32	878,8	104,5	902,8	0,891	2,8	17,1	91,80	
31/10/2007	12:25	29,6	32,2	884,5	65,8	902,8	0,891	4,2	281,5	100,09	
31/10/2007	12:30	29,7	32,8	860	99,2	902,8	0,891	3,3	8,3		
31/10/2007	12:35	29,6	32,8	827,5	98,8	902,8	0,891	4,1	268,9	126,63	
31/10/2007	12:40	29,5	32,9	884,5	107,6	902,8	0,891	3,3	333,2	131,15	
31/10/2007	12:45	29,7	32,2	794	93,7	902,8	0,891	3,2	282,7	141,45	
31/10/2007	12:50	29,5	33,6	728,6	85,5	902,8	0,891	3,5	352,2	150,66	
31/10/2007	12:55	30,1	33,5	849,7	98,3	902,8	0,891	3,2	325,8	154,60	
Desvio Padrão		0,40	1,02	49,59	11,72	0,31	0,00	0,50	155,72	32,74	
Média horária		29,5	33,3	847,2	98,4	903,0	0,9	3,4	175,0	106,1	

Figura 7- Dados meteorológicos de avaliação da estação de qualidade do ar em Araucária

Caldeira	1											
Monitor		[%] O2	Ref.	CO	COcor	NOx	NOxcor	SO2	SO2cor	FT	AT	
Units				[ppm]	[mg/Nm <sup>3</sup> ]	[ppm]	[mg/Nm <sup>3</sup> ]	[ppm]	[mg/Nm <sup>3</sup> ]	[°C]	[°C]	
31/10/2007	11:55	15,4	15,0	237,0	320,1	29,0	64,0	0,0	0,0	17,0	24,0	
31/10/2007	12:00	15,2	15,0	119,4	154,3	33,2	70,2	0,0	0,0	17,0	22,9	
31/10/2007	12:05	15,0	15,0	77,0	96,8	37,2	76,3	0,0	0,0	17,6	21,6	
31/10/2007	12:10	15,0	15,0	115,2	144,5	35,0	72,0	0,0	0,0	18,2	22,6	
31/10/2007	12:15	14,9	15,0	99,8	123,0	35,2	71,1	0,0	0,0	18,4	23,4	
31/10/2007	12:20	14,7	15,0	65,2	78,4	35,0	68,8	0,0	0,0	18,7	22,3	
31/10/2007	12:25	14,2	15,0	22,2	24,6	45,6	83,0	0,0	0,0	20,7	23,3	
31/10/2007	12:30	14,1	15,0	31,8	34,5	51,4	91,5	0,0	0,0	20,8	22,1	
31/10/2007	12:35											
31/10/2007	12:40	14,1	15,0	34,0	36,8	53,0	94,1	0,0	0,0	20,8	22,9	
31/10/2007	12:45	13,9	15,0	40,0	42,1	60,0	103,6	0,0	0,0	20,9	21,8	
31/10/2007	12:50	13,8	15,0	43,0	44,6	60,8	103,4	0,0	0,0	21,1	21,8	
31/10/2007	12:55	13,8	15,0	43,0	44,6	61,0	103,8	0,0	0,0	21,3	24,0	
Desvio Padrão		0,60	0,00	60,37	83,98	12,01	15,07	0,00	0,00	1,70	0,83	
Média horária		14,5	15,0	77,3	95,4	44,7	83,5	0,0	0,0	19,4	22,7	

Figura 8 – Dados de emissões da Caldeira 01 – Usina Termelétrica de Araucária

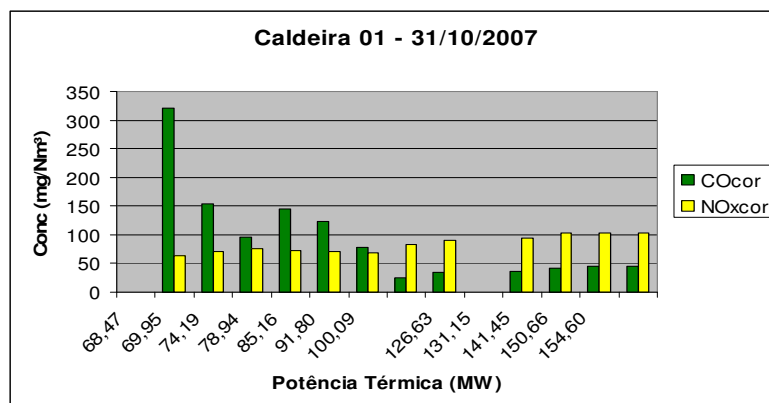


Figura 9 – Dados de emissões NOx e CO da Caldeira 01 – Usina Termelétrica de Araucária

Com relação aos dados gerados, plotou-se gráficos conforme Figura 9 e Figura 10 avaliando o comportamento dos parâmetros meteorológicos (Pressão, Velocidade de Vento e Temperatura) quando associados aos parâmetros químicos apresentados neste artigo (NOx e CO) durante o processo de queima do gás natural nas unidades geradoras de uma usina Termoelétrica.

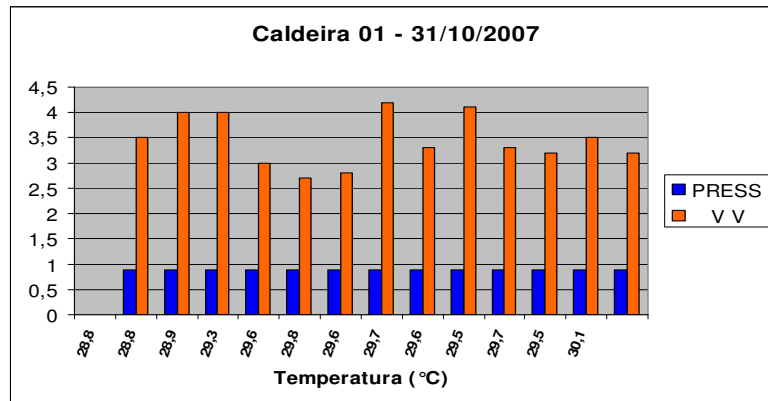


Figura 10- Gráfico de avaliação de Pressão, velocidade de vento e temperatura da estação de qualidade do ar ASSIS, em Araucária - Paraná

## 5.0 - RESULTADOS

Apesar de termos uma boa qualidade do gás fornecido para queima nas unidades geradoras, é possível acontecer problemas que tragam algum tipo de desgaste ou desajuste ao processo. Estes desajustes além de representarem um problema para o departamento de manutenção de uma usina, podem acarretar danos para a qualidade do ar, do solo e até mesmo da água nas vizinhanças desta unidade geradora.

Com relação aos dois casos aqui estudados, pode-se dizer que no primeiro, considerando um balanço global, principalmente para o poluente NOx, este precipita com a chuva (ácida) na forma de Acido Nítrico ( $\text{HNO}_3$ ), atuando como fertilizante, porém este poluente em excesso pode levar compostos nitrogenados para o solo, trazendo problemas para a agricultura com a acidificação do mesmo e até mesmo para a água, acarretando no processo de eutrofização em reservatórios, reduzindo drasticamente a quantidade de oxigênio na água.

Já para o segundo caso, pode-se dizer que o efeito acumulativo de gases oriundos de um processo de queima, na atmosfera torna-se crítico, devido a continuidade da vazão onde a emissão está acima do permitido e quando associado aos fatores meteorológicos podendo apontar vários problemas para as populações vizinhas devido a estes contaminantes.

## 6.0 - DISCUSSÃO

É possível observar a necessidade de manter um banco de dados para questões de avaliação de processo irregular. Geração de energia com carga superior ou inferior ao projeto podem acarretar em emissões acima do permitido. Problemas com impactos ambientais e para a saúde humana, como é visto nas figuras deste artigo, dependendo da direção e velocidade do vento e com determinada continuidade na purga dos gases oriundos da queima, podem ser responsáveis por vários problemas devido a continua emissão tanto no efeito acumulativo à atmosfera como para a falta de dispersão dos poluentes às populações vizinhas em dias secos.

Para isto, temos dados atmosféricos relacionados aos dados de poluentes gerados pelo processo de geração de energia em uma usina termoelétrica. Para um caso onde se faz necessário a emissão de algum tipo de poluente por motivo técnico, é possível encaminhar notificação com antecedência para o órgão fiscalizador e até mesmo, identificar o período em que a intervenção poderá ser feita por questões de transporte das emissões para a atmosfera levando em conta a ineficiência da dispersão dos mesmos.

## 7.0 - REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

- 1 A. R. Denaro, Fundamentos de Eletroquímica, Editora Edgard Blucher Ltda.
- 2 BATHIE, W. W. Fundamentals of Gas Turbines, 2th edition. U.S.A.: John Wiley & Sons, Inc., 1996.
- 3 CHIGIER, N. Energy, Combustion and Environment. U.S.A.: McGrall-Hill, 1981.
- 4 COHEN, H.; ROGERS, G.F.C. & SARAVANAMUTTOO, H.I.H. Gas Turbine Theory, 4th edition. Londres: Addison Wesley Longman, 1996.
- 5 D. C. Harris, Análise Química Quantitativa, 5a edição, editora LTC. Skoog, West, Holler, Fundamentals of Analytical Chemistry, Saunders College Publising.
- 6 ENVIRONMENTAL EUROPEAN AGENCY – EEA CORINAIR (COR e Inventories AIR), 1998. <<http://www.eea.dk/locate>>1998.
- 7 LEFEBVRE, A.H. Gas Turbine Combustion. U.S.A.: Hemisphere Publishing Corporation, 1983.
- 8 The Role of Fuel Preparation in Low-Emission Combustion, Journal of Engineering for Gas Turbines and Power, U.S.A., v. 117, pp. 617-654, october 1995.
- 9 NATIONAL AERONAUTICS SPACE ADMINISTRATION-NASA Nitrogen Oxides (NOx) waste conversion to fertilizer, 1998. <<http://www.rti/technology/TO-NOX.html>1998>.
- 10 P. W. Atkins, Físico-Química, volume 1, 6ª edição, editora LTC.
- 11 SCORR, M.M. NOx Emission Control for Gas Turbines: a 1992 update on regulations and technology, ASME: Cogen & Turbo Power Conference, IGT, U.S.A., v. 7, pp. 1-12, 1992.
- 12 TOKIO ELECTRIC POWER COMPANY (TEPCO), TEPCO International Affairs Department, 1998. <<http://www.tepco.co.jp>>.
- 13 VENTURA, V.J. & RAMBELLI, A.M. Legislação Federal sobre o Meio Ambiente. Taubaté: Vana, 1996.

## 8.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

Adilson Miguel Luz, nascido em Curitiba, Pr em 22 de Fevereiro de 1956. Graduado em Engenharia Elétrica, modalidade Eletrônica e Telecomunicações pelo CEFET-PR (1989).  
Empresa: Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento – LACTEC desde 1985, atuando como pesquisador na área de Engenharia e Meio Ambiente.

Amilton Bizi Júnior, nascido em Curitiba, PR em 25 de Janeiro de 1958. Mestrado na área de Gerência de Produção pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Graduação em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Paraná; Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho pelo Centro de Federal de Educação Tecnológica – CEFET; Especialização em Engenharia de Manutenção Mecânica pela Universidade Federal do Paraná; Especialização em Gestão Ambiental com Ênfase em Perícia e Auditoria Ambiental pelo IMEC - Instituto Martinus de Educação e Cultura.  
Empresa: Companhia Paranaense de Energia - COPEL, no cargo de Engenheiro Mecânico Consultor, atuando como Gerente da Usina Termelétrica Araucária.

Jair Duarte, nascido em Curitiba, PR em 28 de Julho de 1974. Mestrando na área de Desenvolvimento de Tecnologia (previsto 2009) – PRODETEC – IEP - LACTEC, Especialização em Gerenciamento Ambiental na Indústria pela FIEP e UFPR (2003) e Graduado pela UFPR (2002) em Engenharia Química.  
Empresa: Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento – LACTEC desde 2002, atuando como pesquisador na área de meio ambiente;

Juliane de Melo Rodrigues, nascida em Curitiba, PR em 19 de Junho de 1978. Mestrando na área de Desenvolvimento de Tecnologia (previsto 2009) – PRODETEC – IEP – LACTEC; Graduação pela UFPR (2002) em Engenharia Química.  
Empresa: Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento – LACTEC desde 2002, atuando como pesquisador na área de meio ambiente;

Milene Martins de Lara, nascida em Curitiba, PR em 09 de Março de 1978. Graduando do curso de Ciências Biológicas pela Universidade Tuiuti do Paraná (2009).  
Empresa: Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento – LACTEC desde 2008, atuando como estagiaria na área do meio ambiente;

Rafael Geha Serta, nascido em Curitiba, PR em 21 de Março de 1983. é Graduado pela UFPR (2005) em Engenharia Ambiental.  
Empresa: Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento – LACTEC desde 2007, atuando como pesquisador na área de meio ambiente;

Roberto Kohiyama, nascido em

Graduado pela

Empresa: Companhia Paranaense de Energia - COPEL, no cargo de Engenheiro , atuando como da Usina Termelétrica Araucária.

Suelen Cristina Alves da Silva, nascida em Curitiba, PR em 09 de Dezembro de 1986. Graduando do curso de Ciências Biológicas pela Universidade Positivo (2009).  
Empresa: Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento – LACTEC desde 2008, atuando como bolsista do CNPq na área de meio ambiente.