



ENEPEX

ENCONTRO DE ENSINO,
PESQUISA E EXTENSÃO

8° ENEPE UFGD • 5° EPEX UEMS

AVALIAÇÃO DE EMISSÕES DE NOX ORIUNDOS DA GERAÇÃO DE TERMOELETRICIDADE À GÁS NATURAL.

Yussef Breternitz Harfouche¹; Edmilson de Souza²

UEMS/PETROUEMS – Caixa Postal 351, 79.804-970 – Dourados – MS, E-mail:
yussefbretz@hotmail.com

¹ Bolsista de Iniciação Científica PetroUEMS. ² Pesquisador CINAM/UEMS.

RESUMO

Mudanças nas características na composição da atmosfera terrestre que implicam em mudanças na qualidade do ar se intensificam com a escala de produção humana, a ocupação do solo, e o estilo de vida em áreas urbanas. Desde os primórdios há descaso ambiental como epidemias, pestes, falta de higiene, acúmulo de sujeiras e dejetos em locais inapropriado. O projeto tem por objetivo monitorar e analisar as emissões de NOX oriundas das emissões da Termoelétrica Luiz Carlos Prestes em Três Lagoas – MS. Espera-se com esses estudos melhor compreender os impactos da formação de poluentes secundários e também a eficiência termodinâmica das turbinas a gás natural.

INTRODUÇÃO

Desde os primórdios há descaso ambiental como epidemias e pestes, falta de higiene, acúmulo de sujeiras e dejetos em locais inapropriado. (SILVA, 2002).

Ainda durante o domínio do Império Romano uma alternativa na área de saneamento foi a criação da chamada “cloaca máxima” que permitia o transporte dos dejetos humanos a um local comum, isolando-o do interior das residências em que pessoas permaneciam a maior parte do tempo, reduzindo a exposição à micro-organismos. Segundo Silva, 2002, uma definição possível de poluição ambiental é a seguinte:

“Poluição ambiental é a degradação do ambiente, ou seja, mudanças nas características físico-químicas ou biológicas do ar, água ou solo, que afetam negativamente à saúde, a sobrevivência ou as atividades humanas e de outros organismos vivos”.

Como consequência da poluição e do descaso ambiental têm-se o efeito estufa, petróleo derramado no mar, a destruição da camada de ozônio, etc. Em 1972 a qualidade ambiental foi reconhecida como direito humano e a necessidade de uso sustentável dos recursos da Terra foi reafirmado.

O aumento da população mundial, do consumo de energia, do processo de industrialização e o processo de urbanização, incremento da população urbana em relação à rural, uma vez que essa migra para a cidade em busca de emprego e melhores qualidades de vida, são causas da degradação do meio ambiente ainda mais que cada um está diretamente ligado ao outro.

Uma vez que a população mundial aumenta em 80 milhões de pessoas a cada ano(ONU,2011), há necessidade de mais água, alimento, transporte, etc. É perceptível a grande diferença entre países desenvolvidos e subdesenvolvidos, pois o primeiro possui uma população mais estabilizada ou até mesmo em decréscimo, o que permite que esses possam preocupar-se com os problemas ambientais, ainda mais que esses poluem mais que os em desenvolvimento, tendo como principal poluidor os carros, e não as indústrias, que exige apenas a mudança de hábitos humanos para que esse quadro ambiental melhore. Já nos em desenvolvimento, onde o acréscimo da população urbana chega a ser maior que a de países desenvolvidos, normalmente há formação de enormes núcleos populacionais, gerando muita poluição, sendo assim a maioria dos problemas ambientais consequência do próprio subdesenvolvimento, uma vez que esses tem que se preocupar primeiramente com a má qualidade de vida da população antes dos problemas ambientais.

Ao mesmo tempo que o crescimento econômico é intensificado por causa do desenvolvimento e do consumo de energia, necessária para manter o sistema, essa tem como consequência a degradação do meio ambiente. Nos próximos 200 anos o consumo de energia estará fundamentado no uso do carvão mineral, o mais poluente, e suas reservas devem durar 236 anos, mas com o desenvolvimento de “tecnologias limpas” nos próximos 10 a 15 anos a eletricidade obtida da energia eólica e da biomassa

(combinados com turbinas a gás) será compatível com a de combustíveis fósseis. Essa introdução de novas tecnologias com ciclos combinados de turbinas a gás e gaseificadores, permitirá reduzir o custo do kWh de uma faixa de 8-10 centavos para instalações convencionais até valores de aproximadamente 0,04\$/kWh.

As principais fontes de energia química atualmente são os combustíveis fósseis como petróleo, carvão e gás natural porém nas próximas décadas o desenvolvimento tecnológico de fontes renováveis levará a redução do consumo de energia em 30-70% (MARKHAM, 1994), visto que uma qualidade de vida aceitável e sustentável pode ser atingida com consumo de energia bem menor que os valores máximos observados no mundo e menor que o consumo per capita de países desenvolvidos. Ainda mais que essas demonstraram, nos últimos 20 anos, uma redução, ainda que sensível, no custo de energia final, sendo essa uma oportunidade de negócios no setor energético.

Tratando-se de óxidos de nitrogênio ($\text{NO}_x = \text{NO} + \text{NO}_2$), produto da queima de combustíveis orgânicos, esses podem ser formados a partir do nitrogênio do combustível ou do nitrogênio do ar. Em fornalhas de gerados de vapor a queima de combustíveis orgânicos forma principalmente o NO. As diferentes formas de obter-se NO_x depende da temperatura no núcleo da chama, do conteúdo do nitrogênio no combustível, e dos parâmetros no processo da fornalha e podem ser classificados em NO_x “térmicos”, quando formam-se a partir do nitrogênio do ar, que é a reação do nitrogênio da atmosfera com o oxigênio livre durante a combustão e é representado pela seguinte equação, $\text{N}_2 + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{NO}$, em NO_x “rápidos”, que também formam-se a partir do nitrogênio do ar, receberam essa nomeação devido à sua velocidade de formação, a formação de óxidos de nitrogênio “rápidos” é dada por $\text{N}_2 + \text{HC} \leftrightarrow \text{HCN} + \text{N}$, $\text{N} + \text{OH} \leftrightarrow \text{H} + \text{NO}$; e também há o NO_x “do combustível”, no qual a emissão de NO_x pouco depende da temperatura e aumenta com o incremento de excesso de ar. Quando aumenta-se a concentração de nitrogênio no combustível o grau de concentração em NO_x diminui.

Atuando sobre a temperatura máxima na fornalha e sobre a concentração de oxigênio nesta região é possível diminuir a emissão de NO_x já que esses são os fatores que determinam a sua formação. Portanto existem métodos pré-combustão (preventivos) ou métodos pós-combustão. Começando pela pré-combustão temos recirculação dos produtos da combustão, que é a diminuição da temperatura e da

concentração de oxigênio no núcleo da chama, nesse caso a formação dos NO_x acontece principalmente pelo mecanismo térmico, a redução do NO_x fica entre 40-80% para combustíveis com baixo teor de nitrogênio porém a recirculação dos gases reduz a eficiência da caldeira em 0,01-0,03% para cada 1% de gases recirculados.

Outro método é a combustão por etapas, diminuição da temperatura e da concentração de oxigênio no núcleo da chama, é considerado o mais efetivo para a diminuição da emissão de NO_x . Esse consiste na introdução de uma quantidade de ar menor que a necessária na zona de combustão primária, e o restante de ar é injetado por bocais acima dos queimadores, formando-se assim uma zona de combustão secundária, onde a temperatura é menor, portanto, quase não há formação de NO_x .

Na prática utilizam-se alguns métodos simultaneamente, como a combinação da combustão com baixos valores do coeficiente de excesso de ar, recirculação de gases e combustão por etapas, fazendo com que a emissão de NO_x diminua em 70-90% durante a combustão de gás natural e óleo combustível em 40-60% durante a combustão de carvão mineral.

Uma terceira maneira é o uso de queimadores com baixa emissão de NO_x , que deve possibilitar a diminuição da intensidade da mistura do ar secundário rico em oxigênio e da mistura de combustível pulverizado e ar primário em ignição, a intensificação da transferência de calor e massa entre a mistura de ar primário e combustível pulverizado com os produtos de combustão na fornalha, queima eficiente do combustível com uma fração mínima de ar primário e diminuição da temperatura no núcleo da chama sem afetar a estabilidade de ignição e a eficiência de combustão.

Existem vários tipos de queimadores, cada um com uma eficiência na redução de NO_x , sendo o de menor o queimador com baixo excesso de ar que reduz 20-25%, o segundo com separação do ar por etapas, 25-35%, em terceiro o com separação do combustível por etapas, 40-50%, assim como o com recirculação interna dos produtos da combustão, o quarto com recirculação externa dos produtos da combustão, 50-60%, em quinto com separação do ar ou do combustível por etapas e recirculação interna dos produtos da combustão 55-75% e finalmente o mais eficiente, com separação do ar ou do combustível por etapas e recirculação externa dos produtos da combustão, 60-80%.

Agora tratando dos métodos pós-combustão temos a injeção não catalítica de amônia que é a redução de NO_x até N_2 por injeção de amônia sem a utilização de catalisadores, que tem como equações químicas $\text{NO} + \text{NH}_3 + \frac{1}{4} \text{O}_2 \rightarrow \text{N}_2 + \frac{3}{4} \text{H}_2\text{O}$ e $2\text{NH}_3 + 2\frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$. Um segundo método pós-combustão é a injeção catalítica de amônia, que a redução de NO com NH_3 sobre um catalisador em presença O_2 , as reações que ocorrem são $2\text{NH}_3 + 2\text{NO} + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow 2\text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ e $2\text{NH}_3 + \text{NO}_2 + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow \frac{3}{2} \text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ sendo a primeira predominante pois 95% dos NO_x estão na forma de NO .

Ao selecionar um método de controle da emissão de NO_x deve-se levar em conta a geração das diferentes variantes consideradas além do custo de investimentos. O projeto teve início em agosto, assim não há dados suficientes para gerara conclusões concretas.

DESENVOLVIMENTO

Monitorando concentração do NO_x , um dos mais importantes poluentes primários, será analisado seu comportamento juntamente com parâmetros meteorológicos podem revelar aspectos da dinâmica da atmosfera.

Análise do NO_x liberado nas turbinas da termoeletrica de Três Lagoas, podendo assim analisar o funcionamento dessa turbina e as regiões impactadas pela emissão dos óxidos de nitrogênio.

As emissões de poluentes oriundas de Termoelétricas são monitoradas por dispositivos instalados nas chaminés da planta. Os registros dessas emissões são armazenados em um banco de dados brutos organizados em planilha Excel. Esses dados são cedidos, gentilmente, pela empresa Petróleo Brasileiro S.A. para os estudos realizados na presente proposta.

A análise de dados consiste, inicialmente, na organização de séries temporais nas categorias: semanal, mensal e sazonal. A avaliação quantitativa dar-se-á através da análise estatística simples e multivariada quando necessário. Também serão realizados testes de coerência das séries temporais, buscando-se avaliar a representatividade do grupo de dados.

A revisão bibliográfica será uma constante no trabalho, em todas as etapas do projeto; a leitura de artigos científicos, bem como livros especializados em língua portuguesa e inglesa completará a metodologia para atingir os objetivos de formação básica necessária para compreender de maneira sólida os fenômenos térmicos envolvidos. A realização de seminários junto ao Grupo de Pesquisa em Qualidade do Ar também será parte da metodologia associada a formação básica que privilegia o debate de ideias.

Visitas técnicas, que acompanharão o projeto desenvolvido pelo orientador também fará parte das atividades que auxiliam na formação intelectual da estudante na área de Petróleo e Gás.

Espera-se encontrar um comportamento juntamente com parâmetros meteorológicos dos aspectos da dinâmica da atmosfera e determinar as regiões impactadas pela emissão dos óxidos de nitrogênio além de analisar o funcionamento das turbinas da termelétrica.

AGRADECIMENTOS

A oportunidade e a bolsa cedida pela UEMS, ao apoio financeiro do Programa Petrobras de Formação de Recursos Humanos da Petrobras e aos dados cedidos pela Petrobras para a pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ANEEL. Relatório Anual 2006. 2007
- ANFAVEA. Anuário da Indústria Automobilística Brasileira. CEDOC. 2007
- ARRIAGA-COLINA, J. L. et. al. Measurements of VOCs in Mexico City (1992-2001) and Evaluation of VOCs and CO in the Emissions Inventory. Vol. 38. p.2523-2533. 2004
- ARTAXO, P. et. al. Formation of Secondary Organic Aerosols Through Photooxidation of Isoprene. Science Magazine. Vol 303. p.1173-1176. 2004
- ARYA, S. P. Introduction to Micrometeorology. Academic Press. 2001
- BAIR, C. Química Ambiental. Bookman. 2002