

DTD
SUPERINTENDÊNCIA DE PESQUISA

ESTUDO PRÉVIO:

- DAS EMISSÕES DE POLUENTES DA GASEIFICAÇÃO DO CARVÃO;
- DOS SISTEMAS E PROCESSOS DE CONTROLE DA POLUIÇÃO E
- DO IMPACTO AMBIENTAL.

PARA FINS DE IDENTIFICAÇÃO DO PROCESSO DE GASEIFICAÇÃO, CLASSIFICAÇÃO E ESPECIFICAÇÃO DO GÁS DE CARVÃO.

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA
AV. PROF. FREDERICO HERRMANN JR., 345 - CEP. 05459 - PINHEIROS
SÃO PAULO - BRASIL

AGOSTO / 1980

RECIBO DE EMPRÉSTIMO
BIBLIOTECA

Class. 8203

23382

Tombo 11249

1

2

3

4.

5.

ÍNDICE

PÁG.

1.	<u>APRESENTAÇÃO</u>	1
2.	<u>ASPECTOS GERAIS</u>	3
3.	<u>IMPACTO AMBIENTAL PROVOCADO PELA GASEIFICAÇÃO DO CARVÃO</u>	6
4.	<u>LEVANTAMENTO DAS EMISSÕES DE POLUENTES DA GASEIFICAÇÃO DO CARVÃO</u>	9
5.	<u>INDEXAÇÃO DOS PARÂMETROS E SISTEMAS DO PROCESSO PRODUTIVO PARA EFEITO DA NORMALIZAÇÃO DO GÁS DE CARVÃO E CONTROLE DA POLUIÇÃO</u>	14

1. APRESENTAÇÃO

Sabe-se que problemas na tecnologia da gaseificação do carvão e na distribuição do gás, hoje não se constituem em impedimento na implantação das unidades de processamento e exploração comercial.

A sociedade moderna, e progressista exige preservação da qualidade do meio ambiente dando garantias para que gerações futuras não sejam condenadas pela deteriorização causada por um crescimento industrial desordenado.

O carvão, gerador de poluição em potencial, deve ter durante sua fase de mineração e consumo um controle adequado e eficiente das emissões de poluentes para ser viável na substituição dos atuais combustíveis (gás de nafta, GLP, gás natural e outros) com potencial poluidor menor.

Estamos certos que, somando-se todos os esforços no sentido de se fixar normas para o gás de carvão teremos uma definição final representativa, dando condições satisfatórias e reais para viabilizar o seu uso.

A colocação do Engº Luiz Antonio de Souza Jr., no Seminário "Carvão como Alternativa Energética" realizado ns CETESB, em setembro de 1979, é importante e vale salientar as projeções de demanda do gás, da COMGAS, com ritmo crescente de 13% ao ano. A previsão estimada para 1983, da demanda média diária para a Grande São Paulo será de aproximadamente 1,1 milhão de m^3 de gás, enquanto o consumo em 1978, foi de aproximadamente 0,56 milhão de m^3 de gás. Continuando a sua colocação, para o Brasil, não é viável cobrir esta duplicação de demanda, para o caso específico da Grande São Paulo, com petróleo importado.

O Brasil tem viabilidade técnica-energética a partir de seus próprios recursos, e é imprescindível sua exploração e utilização.

Se pelo lado energético tudo tende a ser favorável, o problema da poluição ambiental gerada pela industrialização do carvão poderá alcançar situações altamente indesejáveis colocando em risco a vida animal e vegetal. Certas regiões carboníferas do sul do Estado de Santa Catarina são exemplos atuais da deteriorização do meio ambiente.

É deveras importante que se tenha o controle das emissões em todas etapas da produção e beneficiamento do gás de carvão. O tema ora em estudo apresenta aspecto multifacial e a existência de esquemas de controle, equipamentos antipoluentes e monitoramento constante deve ser prática regulamentada na obtenção e utilização do gás de carvão.

2. ASPECTOS GERAIS

Este é um relatório prévio para o levantamento global de da dos, com finalidade de analisar o problema de contaminação do meio ambiente pela gaseificação do carvão, e dar subsídios técnicos para caracterizar e especificar o gás de carvão. Sabe-se que o controle da poluição poderá ter um reflexo técnico- econômico na viabilização do processo. Huebler (*) em 1972, dizia que o maior freio ao programa de estudo e desenvolvimento tecnológico da gaseificação era os defensores do meio ambiente. Ao mesmo tempo afirmava que medidas bem adequadas a proteção ambiental deveriam ser levadas em consideração. Citava ainda, que aproximadamente 10% do custo capital da usina era dirigido diretamente ao sistema de controle da poluição.

Se por um lado, a seleção do processo de gaseificação for aquela que se viabilizar comercialmente, bastando que se produza um gás intercambiável dentro das características que serão definidas pelo Grupo de Trabalho, o controle da poluição exigirá um conjunto de medidas de controle das emissões de poluentes e procurar-se-á em todos os relatórios dar uma descrição racional do sistema que poderia ser adotado.

A especificação do gás final é antes de tudo uma racionalização imperiosa do processo global de gaseificação, seja ele para produzir gás residencial ou industrial. Sabemos que, ao especificarmos o gás final, estaremos dotando o processo productivo de etapas de purificação concernentes às estabelecidas normas para sua distribuição.

(*) Institute of Gas Technology - Chicago-Illinois. "Statement on Prospects for Coal Gasification Expansion", by Jack Huebler, May 7, 1973.

A elaboração de um programa básico de melhoria das condições ambientais ligadas a tecnologia de gaseificação de baixo e médio poder calorífico é importante, e deve ter como objetivo:

- prover dados para avaliação do controle tecnológico e ambiental;
- descrever os processos que são opções viáveis na purificação de gases e processos de controle da poluição na produção do gás;
- identificar os problemas de poluição existentes, ordenando-se os dados levantados.

Por sua vez a tecnologia de gaseificação deve sofrer uma análise crítica de engenharia:

- dos processos de produção de gás de baixo e médio poder calorífero a partir do carvão;
- das restrições impostas aos processos em função da aplicação do gás;
- dos efluentes gasosos, líquidos e sólidos gerados destes processos;
- das técnicas de controle da poluição que se apresentam aplicáveis ao controle dos despejos.

Os seguintes critérios devem ser usados para identificar os processos comerciais:

- aplicabilidade da gaseificação para baixo e médio poder calorífico e técnicas de utilização;

- grau de desenvolvimento tecnológico;
- eficiência energética;
- limitações (sensitividade a várias cargas dos parâmetros de operação, matéria prima, normas de operação);
- impacto ambiental;
- Custos capital e operacional.

Uma etapa de estudos (levantamentos) de seleção tecnológica é de considerável importância para o programa geral de implantação. Esta é a base primária para estabelecer prioridades para as fases subsequentes do programa.

3. IMPACTO AMBIENTAL PROVOCADO PELA GASEIFICAÇÃO DO CARVÃO

O impacto ambiental ligado às operações de gaseificação do carvão estende-se desde os problemas de poluição convencional, tais como, emissão de poeira de carvão até os problemas mal definidos como emissão fugitiva, que devido provavelmente ao seu caráter nocivo, poderá necessitar de um sistema de controle corretivo. As emissões nos processos de preparação do carvão geralmente se enquadram em categorias de problemas que são resolvidos com tecnologia adequada. Rejeitos do armazenamento do carvão, manipulação, moagem, processos de classificação podem ser manuseados usando técnicas adequadas para controle de emissão da poeira de carvão, para disposição do rejeito mineral e para destinação das águas de escoamento das pilhas de estocagem. Entrementes, em alguns casos são necessários controles mais eficientes.

O controle das emissões atmosféricas dos secadores de carvão, briquetagem e processos de oxidação parcial pode apresentar problemas mais complexos, devido à liberação de hidrocarbonetos voláteis quando o carvão é aquecido. Suas exatas características não foram ainda determinadas, bem como seu potencial de toxidez é preocupante.

A operação de gaseificação do carvão parece ser a fonte mais séria dos problemas de poluição. Para todos os sistemas em uso industrial, tanto a alimentação como a retirada das cinzas, é ocasião própria para emissão fugitiva de carvão, pós de cinzas e hidrocarbonetos, que são produtos do processamento térmico do carvão e são potencialmente tóxicos. Estes problemas são gerais para todos os gaseificadores. É de conhecimento geral, que equipamentos de apoio tais como selos de bomba, flanges, etc, são fontes de fuga. Estas perdas de controle podem ser perigosas.

As etapas de purificação dos gases podem apresentar, também, problemas de difícil controle. A remoção do material particulado e a etapa de resfriamento do gás produzirão cinzas e água contaminada com hidrocarbonetos condensáveis e solúveis, muitos deles tóxicos. Os controles de poluição necessários para a área de purificação do gás bruto, ainda, são pouco definidos e necessitam de um estudo aprofundado para adequação da tecnologia de controle.

Deve-se salientar, ainda, a importância das condições de operação das caldeiras e combustível em uso, visto que em regime de trabalho inadequado poderá esta se tornar a principal fonte de poluição do ar numa unidade de gaseificação.

É problemático se adotar, agora, critérios de avaliação da poluição, pois os dados são limitados e pouco se sabe sobre as quantidades e composições das descargas e emissões fugitivas do processo de gaseificação.

As etapas de purificação do gás combustível, também, são fontes de emissões gasosas, líquidas e sólidas altamente poluentes.

As emissões gasosas da remoção dos gases ácidos presentes no gás bruto podem conter: gás carbônico, gás sulfídrico, sulfeto de carbonila, mercaptanas, amônia, hidrocarbonetos e outras substâncias tóxicas. Esta mistura requer um tratamento prévio para depois ser lançada na atmosfera.

Os rejeitos líquidos derivados desta operação podem conter uma variedade de poluentes como alcatrões, óleos, fenóis, gases ácidos dissolvidos, hidrocarbonetos e metais. Estes efluentes necessitarão de um tratamento para sua disposição final. Sua composição química vai depender da natureza do gás bruto, do método de resfriamento e do processo específico de remo

ção dos gases ácidos empregados. Muitos dos processos de remoção de gases ácidos empregam solventes orgânicos, que depois em maior ou menor quantidade estarão presentes no efluente líquido. Os produtos da degradação do solvente poderão trazer dificuldade ao tratamento das águas residuárias industriais.

Os resíduos sólidos são gerados em todas etapas do processo de gaseificação. Estes sólidos são constituídos primeiramente pelos finos de carvão não gaseificados e cinzas carreadas pelo gás bruto. Estes sólidos podem ser removidos por equipamento tais como: ciclones ou precipitadores eletrostáticos entre outros, ou podem ser coletados na água de resfriamento e no processo de remoção dos gases ácidos.

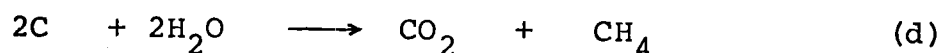
É importante, também, analisar as sub-áreas que possam ser classificadas como fonte de poluição ambiental.

Desta maneira, a abordagem dos sistemas de controle da poluição do ar, da água, e dos rejeitos sólidos será feita num próximo relatório, de conformidade com a definição do processo global de gaseificação, tomada pela coordenadoria dos trabalhos.

4. LEVANTAMENTO DAS EMISSÕES DA GASEIFICAÇÃO DO CARVÃO

A combustão em fontes estacionárias e móveis, no exemplo da gaseificação do carvão, é responsável por uma grande fração das emissões totais que provocam a poluição atmosférica.

Um problema primário da gaseificação do carvão é que o carvão não é constituído somente de carbono e nem todas as reações de sua gaseificação dão metano. As três reações químicas principais da gaseificação são:



Os carvões betuminosos apresentam uma estrutura química composta de agrupamentos aromáticos cruzados, de largos núcleos heterocíclicos com cadeias alquílicas laterais, ligadas entre si por grupos tridimensionais C - C, incluindo-se os grupos funcionais oxigenados. O enxofre é intercambiável com o oxigênio em muitas estruturas e ambos podem estar presentes nas unidades interligadas. O nitrogênio ocorre quase que exclusivamente nos anéis heterocíclicos (*)

(*)

"Determinação das Propriedades Superficiais adsorventes e de troca iônica de turfas, lignitos e hulhas nacionais".

Relatório SPES-CETESB-DAEE, São Paulo, novembro, 1976.

A quantidade e a composição das emissões gasosas podem variar significativamente dependendo do tipo de carvão utilizado, condições de operação e do próprio processo tecnológico.

Em geral, as fontes de emissão de poluentes em usinas de gaseificação são:

- manipulação e pré-tratamento;
- gás de emanção das caldeiras;
- gases de exaustão de partida, de desligamento e de operação do gaseificador;
- recuperação de sub-produtos e armazenagem;
- tratamento de efluentes líquidos;
- desacidificação do gás (eliminação dos gases CO_2 , H_2S);
- regeneração do catalisador (no caso de haver a etapa de metanação do gás);
- na geração de energia elétrica (no caso de haver termoeletrônica).

Cavanaugh et al (*), de um estudo de engenharia do processo básico - emissões do Processo Lurgi - , chegou a algumas conclusões importantes, a saber:

- compostos de enxofre podem ser controlados pelo uso de tecnologia viável para remoção dos gases ácidos e recuperação do enxofre.
- o processo "Phenosolvan" recupera 99% de fenóis (monohidróxidos) e 50-60% (poli-hidróxidos) dos efluentes líquidos.

(*)

Environmental Assessment of Low-Medium BTU Gasification Annual Report - EPA/USA, Dec. 1977. Cavanaugh E.C. & Thomas W.C.

- é possível uma taxa alta (90 a 95%) de recuperação de NH_3 ;
- o controle de materiais particulados pode ser feito no resfriamento por lavagem do gás;
- o sistema de lavagem do gás é adequado para a remoção dos gases ácidos;
- a distribuição de traços de metais no gás é desconhecida, mas estudos de volatilidade no processo indicam que; mercúrio, selênio, arsênio, chumbo, cádmio e vanádio tendem a acompanhar o produto final, juntamente com flúor e cloro. É difícil prever, onde estes metais se liberam do gás. Eles se apresentam como problemas em potencial quando presentes no ambiente.
- os efeitos dos hidrocarbonetos aromáticos policíclicos presentes nos fluxos de descarga são, ainda, pouco conhecidos. Entretanto, muitos compostos carcinogênicos e mutagênicos conhecidos encontram-se entre esses hidrocarbonetos.

O carvão contém muitos elementos metálicos em quantidades pequenas. Entretanto, uma usina que processa grandes quantidades de carvão, as emissões ao meio ambiente tornam-se preocupantes. Hall et al (*) cita que se constituem em emissões fugitivas da gaseificação do carvão; o arsênio, mercúrio, selênio, cádmio e chumbo por volatilização. Dayley (**) considera que a maioria dos metais presentes permanecem nas cinzas e pequenas quantidades estão contidas nos alcatrões. De qualquer forma, os elementos metálicos potencialmente poluentes, gerados durante a gaseificação, podem ser adsorvidos nos materiais particulados, podendo-se agregar aos subprodutos, ao

(*) Hall, H.J., Varga G.M. and Magee E.M. "Trace Elements and Potential Pollutant Effects in Fossil Fuels". In Symposium Proceedings: Environmental Aspects of Fuel Conversion Technology (May, 1974-St. Louis, MO) p.35.

(**) Dayley N.S. "Process Effluents: Quantities and Control Technologies. In Environmental, Health and Control Aspects of Coal Conversion; An Information Overview". p. 4-1. Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, T.N. (1977).

gás final e pode ainda, se constituir em emissão fugitiva.

Os hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HAP), também conhecidos como aromáticos polinucleares consistem de três ou mais anéis benzênicos ligados, contendo somente carbono e hidrogênio (*). Como vimos anteriormente, a natureza aromática do carvão, faz com que se produza HAP na quebra da molécula de carvão durante a gaseificação.

Na combustão completa do carvão, a maioria dos compostos de enxofre se converte em dióxido de enxofre. Para os sistemas de queima direta do carvão a formação de SO_2 se constitui em sério problema, necessitando passar por sistema de lavagem do gás. Na gaseificação não existe quantidade de oxigênio necessária para formar SO_2 . A maioria dos compostos de enxofre reage com hidrogênio, formando H_2S . Pequenas quantidades de sulfeto de carbonila e dissulfeto de carbono também se formam (**).

O nitrogênio no carvão se encontra nos anéis heterocíclicos na forma de aminas. Nas condições de gaseificação, os compostos de nitrogênio orgânico se liberam da estrutura carbônica e reagem para formar amônia (cerca de 60%) pequenas quantidades de HCN e outros compostos nitrogenados (**).

Finalmente, a disposição final das cinzas é uma variável preocupante, pois nelas estão contidas muitas impurezas tais como, os HAP e metais que são potencialmente tóxicos, trazendo perigo a saúde humana (****).

(*) Blumer, M.; "Polycyclic Aromatic Compounds in nature", Sci. Am. 234:35 (1976)

(**) Glaser, F.; Hershaft, A.; and Shaw R.; "Emissions from Processes Producing Clean Fuels". Booz-Allen and Hamilton, Inc. Report n°9075-015 (1974).

.../(***) Hittman Associates, Inc. "Baseline Data, Environmental Assessment of a Large Coal Conversion Complex", Vol.II. R&D Report nº 101. Interim Report nº 1 (1975).

(***)"Coal Gasification and Occupational Health". Young R.J.;
Mc Kay W.J., Evans J.M.,
Am. Ind. Hyg. Ass. J., (39) 12/78.

5. INDEXAÇÃO DOS PARÂMETROS E SISTEMAS DO PROCESSO PRODUTIVO PARA EFEITO DA NORMALIZAÇÃO DO GÁS DE CARVÃO E CONTROLE DA POLUIÇÃO

Concernente a disposição da Coordenação dos Trabalhos para fins de estabelecimento da especificação do Gás de Carvão temos a considerar que: sob aspecto generalizado do problema, a viabilização técnico-econômica da gaseificação do carvão e a distribuição do gás obtido deve ser analisada:

- a. a partir do gás já posto na distribuição:
 - a.1. quanto a sua composição química;
 - a.2. quanto a sua pressão e velocidade;
 - a.3. quanto aos produtos de queima;
 - a.4. quanto aos tipos de injetor do queimador;
 - a.5. quanto as condições do queimador
 - no que se refere a manutenção, limpeza;
 - a.6. quanto ao tempo de vida útil do sistema de utilização do gás;
 - a.7. quanto ao rendimento térmico da queima
 - perdas por vazamento e combustão incompleta.
 - a.8. quanto ao limite de descolamento (quantidade de monóxido de carbono e retorno da chama).
 - a.9. quanto ao confronto com os padrões de emissão dos produtos de queima completa, incompleta e do próprio gás combustível (vazamentos);
 - a.10. quanto a minimização das modificações necessárias para a substituição do sistema já implantado;

- b. a partir da tecnologia de produção do gás combustível:
 - b.1. quanto ao processo já existente;
 - b.2. quanto ao processo a ser adotado;
 - b.3. quanto a etapa de metanação;
 - b.4. quanto a possibilidade de mistura com metano de outras fontes (por exemplo, CH_4 produzido nos digestores da Estação de Tratamento de Esgotos);
 - b.5. quanto as etapas de purificação em relação a compostos de enxofre e material particulado);
 - b.6. quanto a remoção de CO_2 ;
 - b.7. quanto a remoção de HAP e metais;
 - b.8. quanto aos custos operacionais diretos, custos indiretos e investimentos para as etapas de purificação do gás; *Investimento de 100 mil;*
 - b.9. quanto as condições de trabalho, de segurança e de higiene em situação de operação, de manutenção e de limpeza dentro da área produtiva;
 - b.10. quanto a poluição ambiental na área interna e externa próxima da usina;
 - b.11. quanto ao sistema de abastecimento, transporte, armazenagem do carvão e disposição final dos resíduos sólidos e líquidos do processo;
- c. A partir da extração e benefício do carvão destinado a gaseificação:
 - c.1. quanto a fixação de limites superiores de impurezas tais como enxofre, cinzas para os carvões comerciais afins;

- c.2. quanto a uma revisão nas técnicas de extração e benefícios com intuito de se dar uma melhor qualidade a matéria prima, eliminando-se o grosso das impurezas na origem;
- c.3. quanto a necessidade de um levantamento das condições técnicas de extração atualmente empregadas;
- c.4. quanto a necessidade de um estudo completo da geologia de subsolo no sentido de melhor explorar as minas, visando minimizar o acúmulo de material piritoso atualmente extraído juntamente com o carvão. Deve-se salientar que esse material se oxida na presença de ar atmosférico e o seu produto é facilmente lixiviado pelas águas de chuva. Este já é um problema real e crítico em algumas áreas carboníferas do sul do Brasil;
- c.5. quanto a modernização das técnicas de benefício, de lavagem e acondicionamento final do carvão;
- c.6. quanto a necessidade de se dar um tratamento corretivo para o lançamento dos despejos do beneficiamento.

Data Aquis.:
Indic.:
Livraria:
Preço: Cr\$ 1.00
Data Tomba: 27/9/82