

TRABALHOS EXECUTADOS PELA
SUPERINTENDÊNCIA DE PESQUISA DA
DIRETORIA DE TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO
CETESB
BIBLIOGRAFIA SOBRE:
CARVÕES MINERAIS E SANEAMENTO



00597



011354



TESB

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL

R
0009
C338b(RCET)
011354

ARQUIVO TECNICO



CETESB *São Paulo*

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL

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

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA

TRABALHOS EXECUTADOS PELA
SUPERINTENDÊNCIA DE PESQUISA DA
DIRETORIA DE TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO
CETESB
Libros BIBLIOGRAFIA SOBRE:
CARVÕES MINERAIS E SANEAMENTO

SOMA
SECRETARIA DE OBRAS
E DO MEIO AMBIENTE
Engº Walter Antunes



Trabalhando
para o povo.

CLASS	
A	
FUNDO	

DIRETORIA

Victor Didrich Leig
Diretor Presidente

Paulo Leite Julião
Diretor Vice-Presidente

Camal Abdon Salomão Rameh
Diretor de Engenharia e Ação Regional

Carlos Celso do Amaral e Silva
Diretor de Tecnologia e Desenvolvimento

José Rubens Rezende Gonçalves da Motta
Diretor Financeiro

Nelson Nefussi
Diretor de Engenharia do Ar e de Ação Metropolitana

Paulo Lauro Junior
Diretor Administrativo

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

TRABALHOS EXECUTADOS PELA
SUPERINTENDÊNCIA DE PESQUISA DA
DIRETORIA DE TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO

CETESB

Bibliografia sobre
CARVÕES MINERAIS E SANEAMENTO

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

1982

1. CETESB, São Paulo. GERÊNCIA FÍSICO-QUÍMICA. Determinação das propriedades superficiais, adsorventes e de troca iônica de turfas, lignitos e hulhas nacionais. São Paulo, CETESB/DAEE, 1976. 179 p. ilus. Bibliografias.

ÍNDICE

PÁG.

1. Introdução	2
2. Finalidades	3
3. Emprego de combustíveis sólidos em saneamento - Resumo da literatura	4
4. Materiais estudados e suas procedências	11
4.1. Levantamentos preliminares	11
4.2. Carvões de Santa Catarina	12
4.2.1. Amostras de Carvão pré-lavado	12
4.2.2. Amostras de Carvão Beneficiado	12
4.2.3. Amostras de sub-produtos de Mineração	14
4.3. Carvões do Rio Grande do Sul	14
4.4. Carvões do Paraná	16
4.5. Carvões da Bahia	17
4.6. Carvões de Minas Gerais	17
4.7. Carvões do Espírito Santo	18
4.8. Amostras do Estado de São Paulo	19
4.9. Resumo das amostras coletadas	19
4.10. Alteração das amostras coletadas - O Beneficiamento das Turfas	22
4.11. Amostras estudadas em laboratório	23
5. Caracterização dos Carvões Nacionais	27
5.1. Generalidades	27
5.2. Procedimentos Analíticos	27
5.3. Resultados obtidos da Análise Imediata	30

6. Propriedades Superficiais dos Carvões	34
6.1. Ângulo de Contato e Hidrorepelência	34
6.1.1. Generalidades	34
6.1.2. Procedimentos de Laboratório	37
6.1.3. Resultados obtidos	40
6.1.4. Discussão dos Resultados	50
6.1.5. Conclusões sobre Ângulo de Contato e Hidrorepelência	54
6.2. Remoção de óleos emulsionados, semi-emulsionados e flu- tuantes	55
6.2.1. Generalidades	55
6.2.2. Procedimentos de Laboratório	57
6.2.3. Resultados obtidos	60
6.2.4. Discussão dos Resultados	74
7. Propriedades Adsorventes dos Carvões	79
7.1. Generalidades	79
7.2. Procedimentos de laboratório	85
7.2.1. Adsorção em fase líquida	86
7.2.1.1. Isotermas de Adsorção	88
7.2.1.2. Poder de Adsorção	91
7.2.2. Adsorção fase gasosa	92
7.3. Resultados obtidos	95
7.3.1. Resultados dos testes de Adsorção fase líquida ...	95
7.3.2. Resultados dos testes de Adsorção fase gasosa	120
7.4. Discussão dos Resultados	127
7.5. Conclusões sobre Adsorção	128

8. Propriedades de Troca Iônica	129
8.1. Generalidades	129
8.2. Procedimentos de laboratório	135
8.3. Resultados obtidos	137
8.4. Discussão dos resultados obtidos	139
8.5. Conclusões sobre troca iônica	140
9. O uso de carvões antracitosos nacionais nos filtros de camadas múltiplas	142
9.1. Generalidades	142
9.2. Procedimentos de Laboratório	143
9.3. Resultados obtidos	149
9.4. Discussão dos Resultados	155
9.5. Conclusões sobre a utilização de carvões antracitosos nacionais em filtros de múltiplas camadas	156
10. Possibilidades de utilização de cinzas de carvões nacionais e do Xisto de São Mateus do Sul em operações de saneamento básico	157
10.1. Generalidades	157
10.2. Procedimentos de Laboratório	157
10.3. Resultados obtidos	160
10.4. Discussão dos Resultados	166
10.5. Conclusões sobre utilização de cinzas e de xisto retortado em operações unitárias de saneamento básico	166
11. Conclusões finais	167
Referências Bibliográficas	169

2. CETESB, São Paulo. GERÊNCIA FÍSICO-QUÍMICA. Ativação de carvões nacionais para uso em saneamento. São Paulo, CETESB/DAEE, 1977. 65 p. ilus. Bibliografias.

ÍNDICE

	PÁG.
1. Introdução	01
2. Finalidades	02
3. Usos de Carvões Ativados em Saneamento	03
4. Relação das Amostras Seleccionadas para Ativação	06
5. Produção de Carvão Ativo a partir de Hulhas, Lignitos, Turfas e Antracitos Nacionais	09
5.1. Generalidades	09
5.2. Ativação Química	11
Ativação Física ou a Gás	12
6. Parte Experimental	14
6.1. Pré-Coqueificação	14
6.2. Ativação Química	15
Ativação com Ácido Sulfúrico	15
Ativação com Cloreto de Zinco	17
Ativação com Ácido Fosfórico	18
6.3. Ativação Física	18
6.4. Testes de Adsorção	20
7. Resultados Obtidos	21
8. Discussão dos Resultados	45
9. Conclusões e Recomendações	50
Referências Bibliográficas	52
Equipe Técnica	65

3. CETESB, São Paulo. GERÊNCIA FÍSICO-QUÍMICA. Produção de trocadores iônicos por sulfonação de carvões nacionais e suas possibilidades de aplicação no campo de saneamento. São Paulo, CETESB/DAEE, 1977. 110 p. ilus. Bibliografias.

ÍNDICE

	Pág.
1. Introdução.....	1
2. Finalidades.....	3
3. Emprego de Trocadores Iônicos em Operações de Saneamento.....	4
4. Preparação de Trocadores de Íons a partir de Carvões	6
5. Relação das Amostras Seleccionadas para Sulfonação...	11
6. Preparação de Trocadores de Cátions por Sulfonação..	12
6.1. Generalidades.....	12
6.2. Sulfonação de hulhas por via úmida.....	14
6.2.1. Características do processo.....	14
6.2.2. Procedimentos utilizados para a sulfonação por via úmida de hulhas nacionais...	17
6.3. Sulfonação de Hulhas, Lignitos e Turfas com Anidrido Sulfúrico Gasoso.....	25
6.3.1. Características do Processo.....	25
6.3.2. Procedimentos utilizados para a sulfonação com anidrido sulfúrico gasoso de Hulhas, Turfas e Lignitos Nacionais.....	39
7. Determinação da capacidade total de troca catiônica de Hulhas, Lignitos e Turfas Nacionais sulfonadas...	39
7.1. Generalidades.....	39
7.2. Procedimentos utilizados nos testes.....	40

7.3. Resultados Obtidos.....	41
7.3.1. Capacidade total de troca catiônica das amostras sulfonadas por via líquida.....	42
7.3.2. Capacidade total de troca catiônica das amostras sulfonadas por via gasosa.....	49
7.4. Discussão dos resultados obtidos.....	55
7.4.1. Discussão dos resultados de capacidade total de troca catiônica das amostras sulfonadas por via líquida.....	55
7.4.2. Discussão dos resultados de capacidade total de troca catiônica das amostras sulfonadas por via gasosa.....	61
7.5. Conclusão sobre a capacidade total de troca catiônica dos carvões nacionais sulfonados.....	65
7.5.1. Amostras sulfonadas por via líquida.....	65
7.5.2. Amostras sulfonadas por via gasosa.....	66
8. Provas de saturação e exaustão das colunas de carvões sulfonados.....	68
8.1. Generalidades.....	68
8.2. Procedimentos utilizados em laboratório.....	69
8.3. Resultados obtidos.....	72
8.4. Discussão dos resultados.....	76
8.5. Conclusões.....	79
9. Utilização de carvões nacionais sulfonados como trocador catiônico em operações de saneamento - Simulação em escala de laboratório.....	79
9.1. Generalidades.....	79
9.2. Procedimentos utilizados em laboratório.....	79
9.3. Resultados obtidos.....	80
9.4. Discussão dos resultados.....	92
9.5. Conclusões.....	98

10. Conclusões finais e recomendações sobre a produção de trocadores de cátions por sulfonação de carvões nacionais.....	100
Referências Bibliográficas.....	103
Equipe Técnica.....	110

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo a obtenção de trocadores de cátions a partir de carvão ativado, com o intuito de substituir a matéria importada.

As operações de sulfonação e que foram realizadas foram:

Inicialmente, o carvão ativado foi analisado quanto à sua capacidade de troca iônica, visando a obtenção de dados para a sulfonação.

A sulfonação foi realizada em duas etapas, a primeira com o uso de ácido sulfúrico e a segunda com o uso de ácido clorídrico.

A sulfonação foi realizada em duas etapas, a primeira com o uso de ácido sulfúrico e a segunda com o uso de ácido clorídrico.

Alguns dos resultados obtidos foram: a capacidade de troca iônica do carvão ativado sulfonado foi de 1,5 meq/g, o que representa um aumento de 50% em relação ao carvão não sulfonado.

Finalmente, o carvão sulfonado foi analisado quanto à sua capacidade de troca iônica, visando a obtenção de dados para a sulfonação.

As análises realizadas foram: a capacidade de troca iônica do carvão sulfonado foi de 1,5 meq/g, o que representa um aumento de 50% em relação ao carvão não sulfonado.

4. ALÉM S^o, P.; CAIO, F.A. e BIGALLI, D. Caracterização dos carvões nacionais e suas possibilidades de utilização no campo do saneamento. São Paulo, CETESB, 1977. 31 p. ilus. Bibliografias. Trabalho apresentado no Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária, 9, n^o XV. Belo Horizonte, 3-8 de julho de 1977.

RESUMO

O presente trabalho tem por finalidade verificar as possibilidades de utilização de carvões nacionais, obtíveis a baixo custo, nas unidades de tratamento de águas de abastecimento e residuárias, particularmente como substituto de materiais atualmente utilizados que são de elevado custo e em sua maioria importados.

As operações de saneamento, que permitem a utilização de carvões (após adequada preparação) e que foram estudadas são: filtração, separação de óleos emulsionados, adsorção e troca iônica.

Inicialmente os carvões nacionais de interesse para a pesquisa foram caracterizados através de análises imediatas e a seguir foram determinadas as suas propriedades superficiais, adsorventes e de troca iônica, visando a seleção dos materiais com maior possibilidade de utilização no saneamento.

A resistência ao desgaste de carvões antracitosos foi estudada e os resultados indicaram que os mesmos podem ser utilizados como componente de camada filtrante.

A quebra total de emulsões de óleo em água foi observada para alguns carvões em seu estado natural.

Alguns carvões nacionais foram ativados e testados como adsorventes de materiais orgânicos e metais pesados em solução. Embora com poder de adsorção bastante inferior a carvões ativados importados os resultados indicaram possibilidades de utilização de tais carvões na remoção de fenol de soluções não muito concentradas. Em relação à remoção de íons metálicos de solução aquosa, os carvões ativados, em princípio, apresentaram resultados bastante animadores.

Finalmente, alguns carvões foram sulfonados e testados como trocadores catiônicos. A capacidade total de troca catiônica (em relação ao íon Na^+) em geral foi superior as resinas sintéticas, porém em relação a remoção de íons metálicos de efluentes combinados as resinas sintéticas foram superiores.

As pesquisas até agora foram feitas em escala de laboratório, sendo portanto necessária a sua continuidade em escala piloto para confirmação dos resultados, melhoria de processos de preparação dos carvões e verificar se sua aplicação em escala industrial é economicamente vantajosa.

5. CAIO, F.A. e BIGALLI, D. Pesquisa teórica e aplicada de hulhas, lignitos e turfas "in natura", ativadas e sulfonadas no campo de saneamento. São Paulo, CETESB, 1977. 10 p. ilus. Bibliografias. Trabalho apresentado no Congresso Brasileiro de Engenharia Química, 2. São Paulo, 3-7 de julho de 1977.

RESUMO

Na determinação das propriedades superficiais dos biolitos "in natura", após sua caracterização química, estudou-se a variação dos parâmetros superficiais destes em função do fator de hidrorrepelência. Foram determinados dois tipos de matéria volátil constituintes dos carvões. Constatou-se a eficácia na destabilização de emulsões óleo/água para determinados carvões. Foram estudadas as propriedades sorbtivas e levantadas isotermas de adsorção em relação a corantes ácidos e básicos, e vapores de CCl_4 , e calculada a área superficial para turfas. Certas hulhas podem constituir leitos mixtos de filtros rápidos. Suas cinzas apresentaram baixa eficiência na remoção de íons fosfato e certos corantes.

Foram usadas duas metodologias na ativação de carvões: química (H_2SO_4 , H_3PO_4 , ZnCl_2) e física (CO_2). Certos carvões ativados em ambos métodos apresentaram boa remoção de íons metálicos. Para remoção de fenol os quimicamente ativados deram melhores resultados.

Carvões sulfonados foram produzidos por via líquida e gasosa. Os valores da capacidade total de troca iônica foram excelentes. Os resultados para remoção de íons metálicos foram satisfatórios. Foi proposto um modelo de sorbção de íons. As hulhas sulfonadas testadas em colunas de percolação apresentaram boa eficiência na remoção de íons.

Foi constatado uma remoção satisfatória de surfactantes iônicos.

6. CAIO, F.A. et alii. A utilização de carvões brasileiros em saneamento. São Paulo, CETESB, 1978. 71 p. ilus. Bibliografias. Trabalho apresentado no Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, 16. Santo Domingo, Rep. Dominicana, fevereiro de 1978.

RESUMO

Após a caracterização química de carvões brasileiros (hulhas, turfas, lignitos) estudou-se alguns parâmetros de superfície para se conhecer a sua hidrofobicidade, a pressão hidrostática de ruptura de um meio poroso constituído por carvão granulado, retenção de óleos emulsionados, e para as turfas determinou-se a sua área superficial específica. A avaliação da hidrofobicidade da superfície dos biolitos foi feita através da medida do ângulo de contato interfacial " θ ". A faixa de variação de θ observada para os biolitos "in natura", variou de 120° a 160°.

Com um tratamento térmico a 250° em atmosfera de N₂, todos os biolitos apresentaram os valores máximos de " θ ". Tal fato foi interpretado como sendo devido à formação de uma camada superficial menos rica em constituintes hidrofílicos. Com o tratamento térmico a 400°C em atmosfera de N₂ a superfície de algumas turfas tornou-se totalmente hidrofílica, e para os outros biolitos " θ " decresceu para valores inferiores aos encontrados no material "in natura".

Foram então consideradas duas formas de matéria volátil existindo nos biolitos. As características claramente hidrófobas ($\theta > 90^\circ$) propicia aos biolitos propriedades oleofílicas. Os melhores resultados de remoção de óleos emulsionados foram obtidos pelo uso dos marauitos (que são uma variedade das turfas) para testes com concentração inicial de óleo de 70 a 240 mg/l. As propriedades adsorptivas e de troca iônica dos biolitos "in natura" foram observadas serem bastante pobres. As equações linearizadas de Langmuir e Freundlich para adsorção forneceram a melhor descrição do processo de adsorção gasosa e líquida respectivamente.

A área superficial específica das turfas determinadas, variou entre 80-120 m²/g.

Os melhores resultados de capacidade total de troca iônica dos biolitos atingiram a 0,2 meq/g de carvão seco. As hulhas do sul do Brasil, foram estudadas como elemento filtrante de filtros rápidos de dupla camada (areia e carvão). Os resultados obtidos indicam o seu uso para esta operação unitária.

7. CAIO, F.A. Sulfonação de hulhas, lignitos e turfas nacionais - Produção de trocadores iônicos e seu emprego em operações de saneamento. São Paulo, CETESB, 1978. 31p. ilus. Bibliografias. Trabalho apresentado no Congresso Brasileiro de Engenharia Química, 3. Rio de Janeiro, 2-5 de julho de 1978.

RESUMO

A produção de trocadores iônicos a partir de carvões sulfonados foi demonstrada (em escala de laboratório), ser altamente vantajosa por fatores relacionados tanto à matéria prima no Brasil, como também à qualidade do trocador.

Dois processamentos de sulfonação foram empregados:

- por via úmida, em sistema descontínuo de contato, sendo a fase líquida o oleum, com teores de SO_3 livre não superior a 20%. Biolitos com alto teor em matéria volátil não podem ser sulfonados por via úmida por apresentarem baixa resistência à abrasão.
- por via gasosa ou a seco, opera-se continuamente através de um leito fixo de carvão granulado com SO_3 gasoso, arrastado por borbulhamento de N_2 em oleum com teores de SO_3 livre superior a 50% em condições de rígido controle, principalmente da temperatura e pressão de vapor saturado de SO_3 .

O processo a seco foi comprovadamente superior ao líquido, levando-se em consideração o material disponível e principalmente pela excelente qualidade do trocador iônico obtido.

A eficiência dos biolitos sulfonados a seco em termos de capacidade total de troca iônica chegou ao redor de 7 meq/g.

Pelo controle de massa do SO_3 , SO_2 , CO_2 e enxofre total no processo de sulfonação, tornou-se possível para o carvão sulfonado, avaliar os limites percentuais permissíveis da contribuição de diferentes grupos funcionais ao total de centros ativos estáveis de troca iônica.

A realização de testes de saturação ou exaustão de colunas trocadoras de íons permitiu verificar a boa performance de hulhas sulfonadas durante 2 meses de uso.

Em relação à remoção de íons de metais pesados Cr^{3+} ; Mn^{2+} ; Fe^{2+} ; Ni^{2+} ; Cu^{2+} , Zn^{2+} ; Cd^{2+} ; Hg^{2+} ; Pb^{2+} , a eficiência na remoção destes, pode ser considerada boa em se tratando de concentrações e levadas dos íons testados. A seletividade a troca de íons pelos carvões sulfonados foi estudada em testes feitos com uma espécie iônica ou em mistura com os demais. Paralelamente, testou-se o mesmo efeito em resina sintética catiônica.

8. CAIO, F.A. et alii. Estudo das propriedades superficiais, sorptivas e mecânicas das hulhas, lignitos e turfas brasileiras. São Paulo, CETESB, 1978. Revista Brasileira de Tecnologia, Rio de Janeiro. 10:109-128, 1979. Descritores: Análise Imediata; Ângulo de Contato; Superfície Oleofílica; Adsorção de Vapores Orgânicos, Fenol, Iodo e Corantes; Troca Iônica; Leito Misto em Filtros Rápidos de Água de Abastecimento (escala de bancada).

9. CAIO, F.A. et alii. Ativação de hulhas, lignitos e turfas brasileiras - Produção e aplicação em operações de saneamento. São Paulo, CETESB, 1978. Revista Brasileira de Tecnologia, Rio de Janeiro. 10:93-107, 1979. Descritores: Técnicas de ativação (escala de bancada) ; Pré-tratamentos; Poder de adsorção sobre fenol, iodo, azul de metileno e metais pesados; Isotermas de adsorção; Área superficial específica.

10. CAIO, F.A. e BIGALLI, D. Produção de trocadores iônicos por sulfonação de hulhas, lignitos e turfãs brasileiras. São Paulo, CETESB, 1978. Revista Brasileira de Tecnologia, Rio de Janeiro, 10:143-162, 1979.

Descritores: Técnicas de sulfonação a úmido e a seco (escala de bancada); Estudo do inter-relacionamento dos parâmetros de processo; Formação de outros ativos; Capacidade de troca iônica - comparação com resinas sintéticas.

11. CAIO, F.A. e ALÉM SO, P. Aplicação de trocadores iônicos produzidos pela sulfonação de carvões nacionais no saneamento e na indústria. São Paulo, CETESB, 1978. Revista Brasileira de Tecnologia, Rio de Janeiro. 10: 129-141, 1979.

Descritores: Remoção de dureza da água; Remoção de íons de metais pesados; Estudo sobre a fixação do grupo sulfônico (HSO_3^-) no centro ativo de troca iônica - percolação, lixiviação e regeneração.

12. CETESB, São Paulo. GERÊNCIA FÍSICO-QUÍMICA. Remoção de fenol e seus derivados - Tratamento físico-químico por adsorção em colunas de carvão ativado. São Paulo, CETESB/DAEE, 1980. 119 p. ilus. Bibliografias.

ÍNDICE

	Pág.
1. <u>INTRODUÇÃO</u>	01
2. <u>PROCESSOS DE ADSORÇÃO</u>	08
2.1. CONCEITOS TEÓRICOS DO PROCESSO	08
2.2. ALGUMAS CONSIDERAÇÕES PRÁTICAS	13
3. <u>PARTE EXPERIMENTAL</u>	16
3.1. IMPORTÂNCIA DO ESTUDO EXPERIMENTAL	16
3.2. ISOTERMAS DE ADSORÇÃO	17
3.3. EXPERIMENTOS EM COLUNAS DE ADSORÇÃO	25
3.3.1. Preparação das Colunas	25
3.3.2. Operação das Colunas	27
3.4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS DOS ENSAIOS DE LABORATÓRIO	32
4. <u>ANÁLISE DOS RESULTADOS</u>	59
4.1. ISOTERMA DE ADSORÇÃO	59
4.2. ADSORBABILIDADE	62
5. <u>CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO E CÁLCULOS DE PARÂMETROS DE PROJETO DE UNIDADE DE ADSORÇÃO</u>	71
5.1. MÉTODO CONSERVATIVO	71
5.2. APLICAÇÃO DO MODELO DE BOHART & ADAMS PARA A AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO DAS COLUNAS DE CAR VÃO ATIVO GRANULADO NA ADSORÇÃO DE FENOL	84
<u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	116

13. CETESB, São Paulo. GERÊNCIA DE TRATAMENTOS FÍSICO-QUÍMICOS. 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. São Paulo, CETESB/COTEGAS-CNP (Brasília), 1980. 16 p. Bibliografias.

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

toshiba
6TRA/425

14. CETESB, São Paulo. GERÊNCIA DE TRATAMENTOS FÍSICO-QUÍMICOS. Poluição decorrente da utilização de carvão mineral des de a mineração até queima e disposição das cinzas.- Relatório Parcial. São Paulo, CETESB/DAEE, 1981. 50 p. illus. Bibliografias.

ÍNDICE

	pág.
1. <u>INTRODUÇÃO</u>	1
2. <u>OBJETIVOS</u>	3
3. <u>ORIGEM E COMPOSIÇÃO QUÍMICA E FÍSICA DO CARVÃO</u>	4
4. <u>RESERVAS E PRODUÇÃO</u>	7
5. <u>CARACTERÍSTICAS DOS CARVÕES BRASILEIROS</u>	14
6. <u>PROJEÇÃO FUTURAS DE PRODUÇÃO</u>	17
7. <u>EXTRAÇÃO E BENEFICIAMENTO</u>	20
8. <u>UTILIZAÇÃO FINAL DO CARVÃO</u>	37
8.1. COMEUSTÃO (QUEIMA DIRETA).....	38
8.2. CARBONIZAÇÃO	39
8.3. GASEIFICAÇÃO	40
8.4. LIQUEFAÇÃO	41
9. <u>PROBLEMAS DE MEIO AMBIENTE CAUSADOS PELO MANUSEIO DO CARVÃO</u>	48

15. CETESB, São Paulo. GERÊNCIA DE TRATAMENTOS FÍSICO-QUÍMICOS. Poluição decorrente da utilização de carvão mineral des de a mineração até queima e disposição das cinzas - Relatório Final. São Paulo, CETESB/DAEE, 1982. 132 p. illus. Bibliografias.

ÍNDICE

	PÁG.
<u>NOTA DE REFERÊNCIA</u>	1
<u>EQUIPE TÉCNICA</u>	2
1. <u>INTRODUÇÃO</u>	3
2. <u>OBJETIVOS</u>	5
3. <u>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</u>	6
4. <u>CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE AS METAS DO CARVÃO MINERAL</u>	13
5. <u>LEGISLAÇÃO</u>	15
6. <u>CARACTERÍSTICAS DOS EFLUENTES LÍQUIDOS PROVENIENTES DA MINERAÇÃO E USO FINAL DO CARVÃO MINERAL</u>	19
7. <u>FONTES DE POLUIÇÃO E SISTEMAS DE TRATAMENTO PROPOSTOS</u>	24
7.1. <u>MINERAÇÃO</u>	24
7.1.1. <u>Despejos do Beneficiamento do Carvão</u>	24
7.1.2. <u>Águas de Drenagem da Mina. Técnica de Tratamento das Águas Drenadas</u>	28

7.2. DESPEJOS DE COQUERIAS. PROCESSO PRODUTIVO, ORIGEM E QUANTIFICAÇÃO DOS EFLUENTES. SISTEMAS DE TRATAMENTO ADEQUADOS	37
7.2.1. Utilização de Coque no Alto-Forno	38
7.2.2. Produção de Coque	44
7.2.3. Tratamento de Águas Residuárias Contendo Fe nóis	58
7.2.3.1. Caracterização das Águas Residuárias	62
7.2.3.2. Ensaios em Laboratório	72
7.2.3.3. Operação de ETE de Coqueria em Escala Plena. Tratamento Biológico pelo Processo Convencio nal de Lodos Ativados	80
7.3. GASEIFICAÇÃO	86
7.3.1. Prê-Tratamento do Carvão. Fontes de Poluição e Tecnologia de Controle	89
7.3.2. Purificação do Gás Produzido. Fontes de Polui ção e Tecnologia de Controle	94
7.4. LIQUEFAÇÃO.....	111
8. <u>CINZAS DO CARVÃO</u>	113
9. <u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	115
<u>ANEXOS:</u>	
ANEXO 1 - <u>DESCARGAS DE SUBSTÂNCIAS ALTAMENTE TÓXICAS, ORIGINADAS DA COQUERIA</u>	119
ANEXO 2 - <u>GASEIFICAÇÃO SUBTERRÂNEA</u>	121
ANEXO 3 - <u>CHUVAS ÁCIDAS</u>	123
ANEXO 4 - <u>DOENÇAS CONTRAÍDAS PELA INALAÇÃO DO PÓ DE CARVÃO</u>	128