



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL

COQUE DE TURFA E SUAS APLICAÇÕES

Série Tecnologia Mineral	Nº 22	Seção Beneficiamento	Nº 16	Brasília	1982
-----------------------------	-------	----------------------	-------	----------	------

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

Cesar Cals - Ministro de Estado

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL

Yvan Barretto de Carvalho - Diretor Geral

DIVISÃO DE FOMENTO DA PRODUÇÃO MINERAL

Manoel da Redenção e Silva - Diretor

CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL

Roberto C. Villas Bôas - Superintendente

Autores: Regina Célia Monteiro da Silva *
Walter Schinzel **

COQUE DE TURFA E SUAS APLICAÇÕES

Execução e elaboração do trabalho pelo
CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL — CETEM
Através do convênio DNPM/CPRM

* Eng^o Química, M. Sc. Eng. Metalúrgica
** Eng. Químico - GTZ

Publicação do Departamento Nacional da Produção Mineral
Setor de Autarquias Norte
Quadra 01 - Bloco B - Telex (061) III 6
70.000 - Brasília (DF) - Brasil

Copyright 1982
Reservados todos os direitos
Permitida a reprodução, desde que mencionada a fonte

Depósito Legal
Biblioteca Nacional do Rio de Janeiro
Instituto Nacional do Livro

Brasil. DNPM

Coque de turfa e suas aplicações / Por/ R.
C.M. da Silva / e/ W.Schinzal. Brasília,
1982.

...p. il. (Brasil.DNPM:Ser.Tecnologia
Mineral,22.Seção Beneficiamento,16)

"Trabalho executado pelo Centro de Tecnologia Mineral, através de convênio DNPM/CPRM!"

1. Tecnologia mineral - Brasil. I. Silva,
Regina C.M.da. II. Schinzal,Walter. III. Centro de Tecnologia Mineral,Rio de Janeiro.IV.
Título. V.Série.

CDD 622.7
CDU 622.2(81)

RESUMO

ABSTRACT

1. INTRODUÇÃO	01
2. PRODUÇÃO DE COQUE DE TURFA	02
2.1 - <u>Turfa como Matéria-Prima</u>	02
2.2 - <u>Tecnologia da Produção do Coque de Turfa</u>	03
2.2.1 - <u>Turfa Moldada</u>	03
2.2.2 - <u>Coqueificação de Turfa</u>	03
2.2.2.1 - Processo de Coqueificação	04
2.2.2.2 - Fornos para Coqueificação	06
3. QUALIDADE DO COQUE DE TURFA	09
4. PRODUÇÃO DO COQUE A PARTIR DE UMA TURFA BRASILEIRA - TESTES	11
5. USO DO COQUE DE TURFA NA INDÚSTRIA	12
6. BIBLIOGRAFIA	13

RESUMO

Estamos apresentando um processo de coqueificação de turfa com aquecimento direto, assim como algumas possibilidades de uso do coque de turfa.

O coque obtido da turfa (AD 173) de Valença - BA apresentou propriedades semelhantes às do coque de boa qualidade, tiradas da literatura.

As turfeiras brasileiras com teor de cinzas na faixa de 1 a 4% devem ser reservadas para produção de coque ou carvão ativo.

ABSTRACT

We are presenting a peat coking process with direct heating, and some possibilities of utilization of peat coke as well.

The coke obtained from Valença - BA peat (AD 173) showed properties similar to those of good quality coke, found in the literature.

The Brazilian peat deposits with 1 to 4% ash content should be kept as reserves for the production of coke or active charcoal.

I. INTRODUÇÃO

Pelas suas qualidades especiais, a turfa é muito procurada pelas indústrias metalúrgicas, químicas, ele tro té r m i c a s, cerâmicas e outras.

O coque de turfa é o sólido que resulta da pirólise da turfa secada ao ar ou termicamente. Esta pirólise é realizada a temperaturas de 800 a 1000°C. O coque de turfa é produzido principalmente da turfa preta, muito decomposta, com pouca cinza. Estas turfas com pouca cinza são encontradas normalmente nas turfeiras de pântanos altos. As turfeiras de pântanos baixos são normalmente inadequadas à produção de coque, pelo alto teor de cinzas.

O Brasil possui na verdade grande quantidade de turfeiras com alta quantidade de cinzas. É economicamente conveniente que todas as turfeiras com baixo teor de cinzas (por exemplo menos de 4% cinzas, base seca) sejam reservadas para a produção de coque. A percentagem ideal de cinzas nas turfeiras para a produção de coque está na faixa de 1 a 2% (base seca), sendo possível produzir-se coque com turfas de até 4% de cinzas.

2. PRODUÇÃO DE COQUE DE TURFA

2.1 - Turfa como Matéria-Prima

A turfa, como matéria-prima, é utilizada, após secagem ao ar ou termicamente, na forma moída ou moldada. Antes da moldagem, a turfa deve ser homogeneizada, para se obter um produto com qualidades uniformes.

A produção de turfa extrudada ("sodes") e sua secagem ao ar realizam-se na própria turfeira. Estes trabalhos de fabricação de "sodes" são realizados normalmente por uma máquina especial.

Na briquetagem da turfa é necessária uma umidade abaixo de 20%, que é conseguida através de secagem térmica.

Na Tabela 1, podem ver-se as características dos "sodes" e dos briquetes, tiradas da literatura.

MATERIAL	H ₂ O	Cz(b.s.)	PODER CALORÍFICO	DENSIDADE APARENTE
	PESO (%)	PESO (%)	(b.s.s/Cz) Kcal/kg	kg/m ³
"SODES" DE TURFA	25-35	1-3	5100-5400	310-380
BRIQUETES DE TURFA	10-20	2-4	5100-5500	650-750

Tabela 1 - Características dos "Sodes" e dos Briquetes.

As diferenças na umidade e na densidade aparente nos dois tipos de turfa moldada são bastante acentuadas. Os baixos valores de cinza mostram sua possível utilização na produção de coque.

2.2 - Tecnologia da Produção do Coque de Turfa

2.2.1 - Turfa Moldada

Para se obter coque de turfa com qualidades constantes, deve-se procurar obter "sodes" ou briquetes com homogeneização, tamanho e umidade constantes. A Figura 1 mostra um esquema de briquetagem de turfa.

Para que a turfa atinja valores inferiores a 20% de umidade, deve-se usar um secador, a ser alimentado, quando possível, com turfa de qualidade inferior ou com calor perdido na queima.

Muitas vezes, utiliza-se a turfa raspada para produzir coque. Esta turfa é conhecida como uma massa de turfa esmigalhada, obtida por máquinas que trabalham sobre a superfície da turfeira com profundidade de 1 a 3 cm.

2.2.2 - Coqueificação de Turfa

A produção de coque de turfa ou semicoque de turfa, que já data de muitos anos, vem sendo de grande im

portância e tem-se desenvolvido muito, ultimamente. A carbonização da turfa nas carvoarias foi a primeira fase de produção, processo esse ainda hoje utilizado em diversos lugares. Desenvolveram-se posteriormente vários outros tipos de fornos. Atualmente os fornos para coqueificação, com aquecimento direto ou indireto para operação contínua, representam as técnicas mais modernas.

2.2.2.1 - Processo de Coqueificação

Para demonstrar as reações que ocorrem durante o processo de desgaseificação da turfa, é conveniente observar o Gráfico 2. Uma desgaseificação lenta da turfa pode ter 3 a 4 etapas. Até 100°C , tem-se somente secagem; de 100 a 200°C , separação do CO_2 e da água de decomposição; acima de 200°C (especialmente acima de 250°C), uma decomposição com formação de CO_2 e já grandes quantidades de CH_4 , H_2 e CO , crescentes. Esta formação de gases se reduz em temperaturas de 350 a 480°C . Depois, numa nova etapa exotérmica de decomposição começa novamente a formação de gases CH_4 , H_2 , CO , e C_mH_n pesados. A formação de alcatrão se inicia mais ou menos a 250°C , na primeira reação exotérmica.

Este processo pode ocorrer tanto nas carvoarias quanto nos fornos que trabalham descontinuamente.

As Tabelas 2 e 3 mostram a análise dos gases e o rendimento para uma pirólise lenta e descontínua da

turfa. O rendimento é dado para a pirólise da turfa seca, com 15% e com 25% de água. A vantagem do uso da turfa seca pode ser vista na Tabela 3.

N ₂	CO ₂	C _m H _n	CO	H ₂	CH ₄	PODER CALORÍFICO
(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(kcal/m ³)
1,5	45,0	1,6	19,4	7,2	25,3	3155

Tabela 2 - Análise dos Gases.

RENDIMENTO (100 kg TURFA)	UMIDADE DA TURFA		
	0% (seca)	15%	25%
Coque da Turfa (kg)	46,6	39,3	35,0
Alcatrão (kg)	6,9	5,8	5,2
Gás (m ³)	15,0	12,5	11,0
Água de Carbonização Incompleta	20,0	32,5	40,0

Tabela 3 - Rendimento para a Pirólise da Turfa Seca, com 15% e 25% de Água.

Nos fornos com funcionamento contínuo, em que a turfa é alimentada na parte superior e o coque é obtido na parte inferior, as etapas do processo coincidem.

Os processos descritos anteriormente ocorrem paralelamente com o movimento de gás no forno e com a decomposição parcial do alcatrão mediante reações secundárias. Durante estas reações formam-se gases tais como: CH_4 , H_2 e C_mH_n . O rendimento e a composição dos gases variam. O gás tem maior poder calorífico, especialmente nos fornos com aquecimento indireto e contínuos.

2.2.2.2 - Fornos para Coqueificação

Não nos aprofundamos sobre os fornos de alvenaria e fornos simples descontínuos, uma vez que já existe sobre eles, aqui no Brasil, bastante experiência. Consideramos importante amadurecer a tecnologia dos fornos contínuos, especialmente para a coqueificação de turfa.

Existem dois tipos de fornos: fornos com aquecimento direto e com aquecimento indireto. O forno Wieland, exemplifica a tecnologia de fornos com aquecimento indireto. Utilizando esse forno, que teve um desenvolvimento contínuo, produziu-se na Alemanha, durante mais de 70 anos, coque de turfa. Coqueificam-se "sodes" de turfa com baixo teor de cinzas e com 25-35% de umidade, a temperatura de 800 a 1000°C. Com um esquema simples, mostrado nas Figuras 3 e 4, pode-se explicar o funcionamento do forno e o sistema Wieland de coqueificação.

A retorta do forno é vertical, alta e estreita. As paredes são estreitas e arredondadas, favorecendo uma distribuição uniforme de calor no interior do forno. A turfa é introduzida na parte superior do forno e o coque é retirado na parte inferior. Para o aquecimento inicial, o forno possui um gaseificador auxiliar que pode ser alimentado com turfa. Quando determinada temperatura é atingida, o próprio gás produzido já é suficiente para aquecer o forno. Nos pontos (1) e (2), tiram-se os gases que são recolhidos numa tubulação (3). Se a turfa é suficiente e bastante seca, produz-se um excesso de gás. Quando se juntam esses fornos numa bateria, aumenta-se a economia do processo e o excesso de gás.

A Figura 4 apresenta uma interpretação simples do processo Wieland. O gás que sai da condensação é usado:

- a. para aquecer o forno;
- b. como gás de resfriamento do coque;
- c. para eliminar a água de carbonização incompleta;
- d. como combustível.

Esta água de carbonização incompleta e o alcatrão são retirados dos gases, durante a condensação. O coque que sai do forno é peneirado e vendido, de acordo com a sua faixa granulométrica.

Os fornos com aquecimento direto trabalham como no esquema descrito na Figura 5. O forno possui uma retorta redonda e vertical. A alimentação de turfa é feita na parte superior do forno e o coque é retirado na parte inferior, depois de resfriado. Os gases produzidos seguem o caminho indicado pelas setas. O pequeno forno onde se faz o aquecimento inicial é alimentado com turfa inferior, produzindo gases quentes que entram no meio do forno de coqueificação. A turfa, que percorre o forno de coqueificação de cima para baixo, é inicialmente secada; no meio do forno, o coque é desgaseificado; por último, na parte inferior, o coque é então resfriado e depois retirado.

Os fornos de aquecimento direto têm vantagens e desvantagens quando comparados com os de aquecimento indireto. Como vantagem, pode citar-se a transferência de calor mais rápida; como desvantagens, a exigência de turfa com menor umidade e o conseqüente aumento de cinzas no coque, o que não se pode evitar.

No processo de produção do coque de turfa, o mais importante não é o manuseio do forno, e sim a preparação da turfa, que se deseja com qualidade e quantidade constantes. Para 1 tonelada de coque de turfa, necessita-se de 3 toneladas de turfa bastante seca. Num forno, em 24 horas, processam-se 10 toneladas de turfa seca. Numa bateria com 6 fornos, é necessário que se preparem 22000 t/ano de turfa bem seca, para a produção 7000 t/ano de coque de turfa.

Uma produção de turfa bem organizada e econômica é preponderante para que a produção do coque seja rentável.

3. QUALIDADE DO COQUE DE TURFA

O coque de turfa assemelha-se mais ao carvão de madeira do que ao coque de carvão mineral. O coque de turfa, assim como o carvão de madeira, possui boa resistência e baixo poder abrasivo. O coque de turfa é poroso (poros finos) tem baixo peso específico e alta percentagem de carbono fixo. Queima com grande produção de calor, sem fumaça e odor.

A turfa, durante o processo de coqueificação, mantém a sua forma original, só que enrugada pela desgaseificação que ocorre durante a pirólise.

De acordo com as qualidades exigidas do coque, deve dar-se um tratamento adequado à matéria-prima e uma direção ao processo, de tal modo que se possa produzir um coque mais denso e com maior resistência.

Nas Tabelas 4 e 5 são mostradas análises de um coque de turfa, tiradas da literatura. O coque foi produzido de turfa com 1,2% de cinzas.

BASE SECA	%
Cinza	3,50
Carbono Fixo	91,06
H ₂	1,51
N ₂	1,39
S	0,21
P	0,03
Fe	0,14
Si	0,95
Ca	0,38
Mg	0,48
Na + K	0,15

Tabela 4 - Análise de um Coque de Turfa.

Densidade aparente g/cm ³	0,664
Densidade g/cm ³	1,776
Peso de material granul. kg/m ³ (coque grosseiro)	290,0
Peso de material granul. kg/m ³ (coque fino)	450,0
Poder calorífico kcal/kg	7716
Ponto inflamação °C	230
Superfície específica m ² /g	220
Ponto de modação de cinza °C	1230
Ponto de fusão da cinza °C	1250

Tabela 5 - Características Físicas de um Coque de Turfa.

Testes feitos no CETEM com turfa brasileira, com 1,2% de cinzas, mostraram que se pode produzir um coque de turfa com os mesmos valores mencionados nas Tabelas 4 e 5.

4. PRODUÇÃO DO COQUE A PARTIR DE UMA TURFA BRASILEIRA - TESTES

Uma turfa de Valença-BA, secada ao ar até 35% de umidade e secada termicamente até 18,5%, foi briquetada numa prensa de pistão, obtendo-se briquetes de boa qualidade. Estes briquetes, coqueificados num forno elétrico a 1000°C, deram um coque de turfa com qualidades interessantes.

A Tabela 6 mostra algumas características da turfa utilizada. A Tabela 7 mostra as características do coque de turfa obtido, em confronto com um coque de turfa de boa qualidade tirado da literatura.

TEOR	MATÉRIA-PRIMA	PRÉ-SECAGEM	SECA
Água	91,8	18,5	
Carbono Fixo %	-	-	38,5
Cinza %	-	-	1,2
Mat. Volátil %	-	-	60,3
Enxofre %	-	-	0,73

Tabela 6 - Características da Turfa AD 173, Valença-BA.

BASE SECA	COQUE DE TURFA (LITERATURA)	COQUE DE TURFA Nº AD.173 VALENÇA-BA
Cinza %	3,5	3,9
Carbono Fixo %	91,06	91,4
M. Volátil %	sem declaração	4,6
Enxofre %	0,21	0,4

Tabela 7 - Comparações do Coque de Turfa Brasileira e do Coque de Turfa encontrados na literatura.

Dos testes realizados no CETEM, podemos concluir:

- a. que o coque produzido com a turfa de Valença (BA) apresenta características semelhantes às dos coques de boa qualidade assim classificados na literatura.
- b. o Brasil possui outras turfeiras similares às de Valença (BA), o que faz supor que sejam matéria-prima adequada para a produção de coque de boa qualidade.

5. USO DO COQUE DE TURFA NA INDÚSTRIA

A Figura 6 mostra a ampla utilização do coque de turfa na indústria.

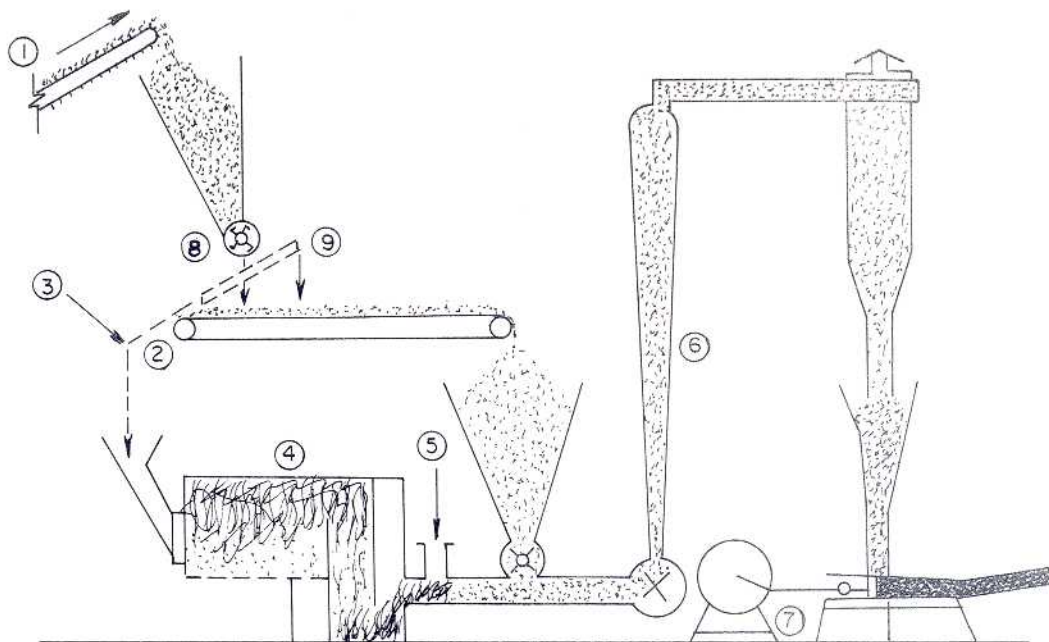
Além do seu uso já conhecido como combustível doméstico, cabe destacar sua aplicação à produção de

carvão ativo, amplamente utilizado para absorção, limpeza de esgotos e em catálise.

A turfa brasileira apresenta tão amplo potencial de utilizações, que recomendamos seja testado o seu aproveitamento para diferentes fins, e não apenas como combustível.

6. BIBLIOGRAFIA

1. GRUMPELT, H.; DEILMANN, C. Peat coke, a high quality pure carbon with low ash content.
2. KEPPELER, G. Torfvergasung und Torfverkokung. Stahl und Eisen, v. 46, n. 22, 1926.
3. PATIN. Traité des tourbes. Paris, 1963, p. 78-80.
4. ULLMANN'S Enzyklopadie. v. 17, 1966, p. 612-613.



- 1 - TURFA COM POUCA CINZA
- 2 - TURFA COM TAMANHOS IRREGULARES
- 3 - TURFA INFERIOR
- 4 - FORNO
- 5 - ENTRADA DE AR
- 6 - SECADOR
- 7 - PRENSA
- 8 - MOINHO
- 9 - PENEIRA

FIGURA I - ESQUEMA DA BRIQUETAGEM DA TURFA

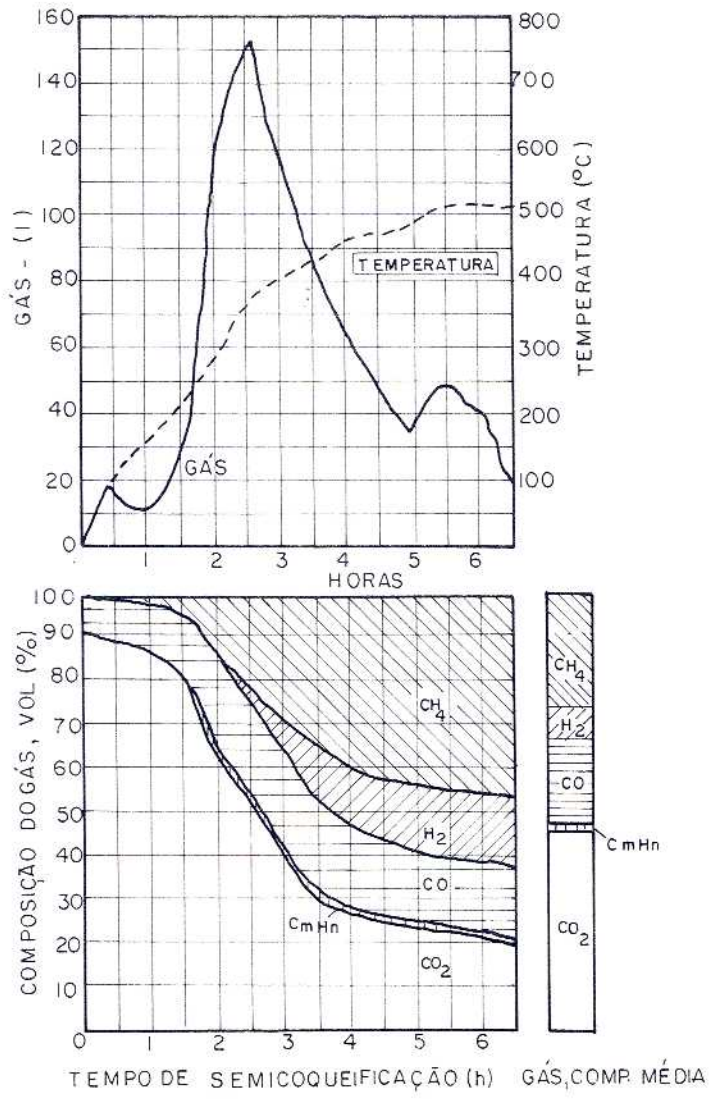


Fig. 2 - DESGASEIFICAÇÃO DA TURFA

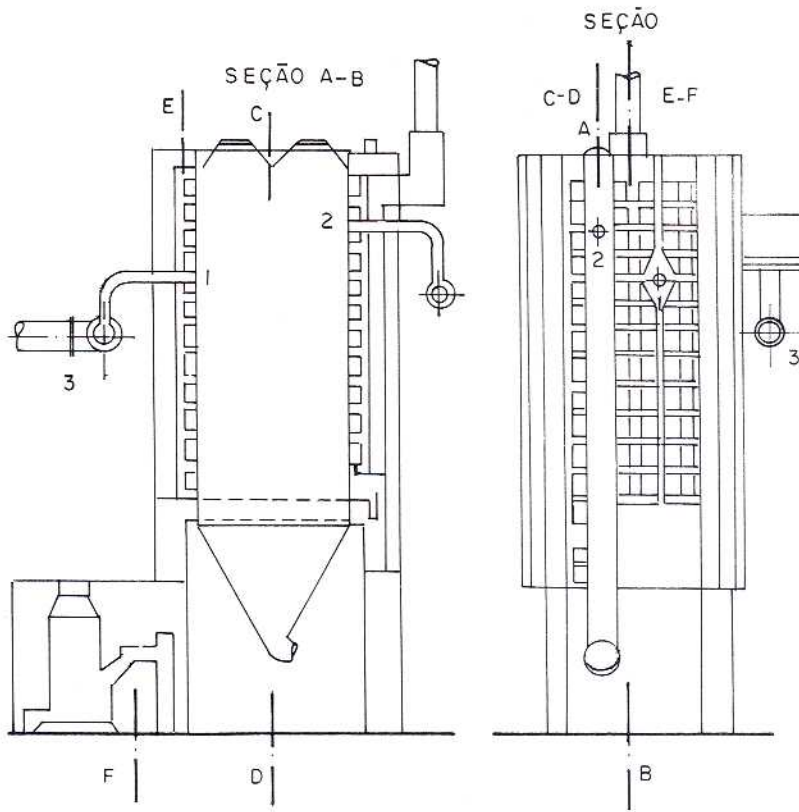
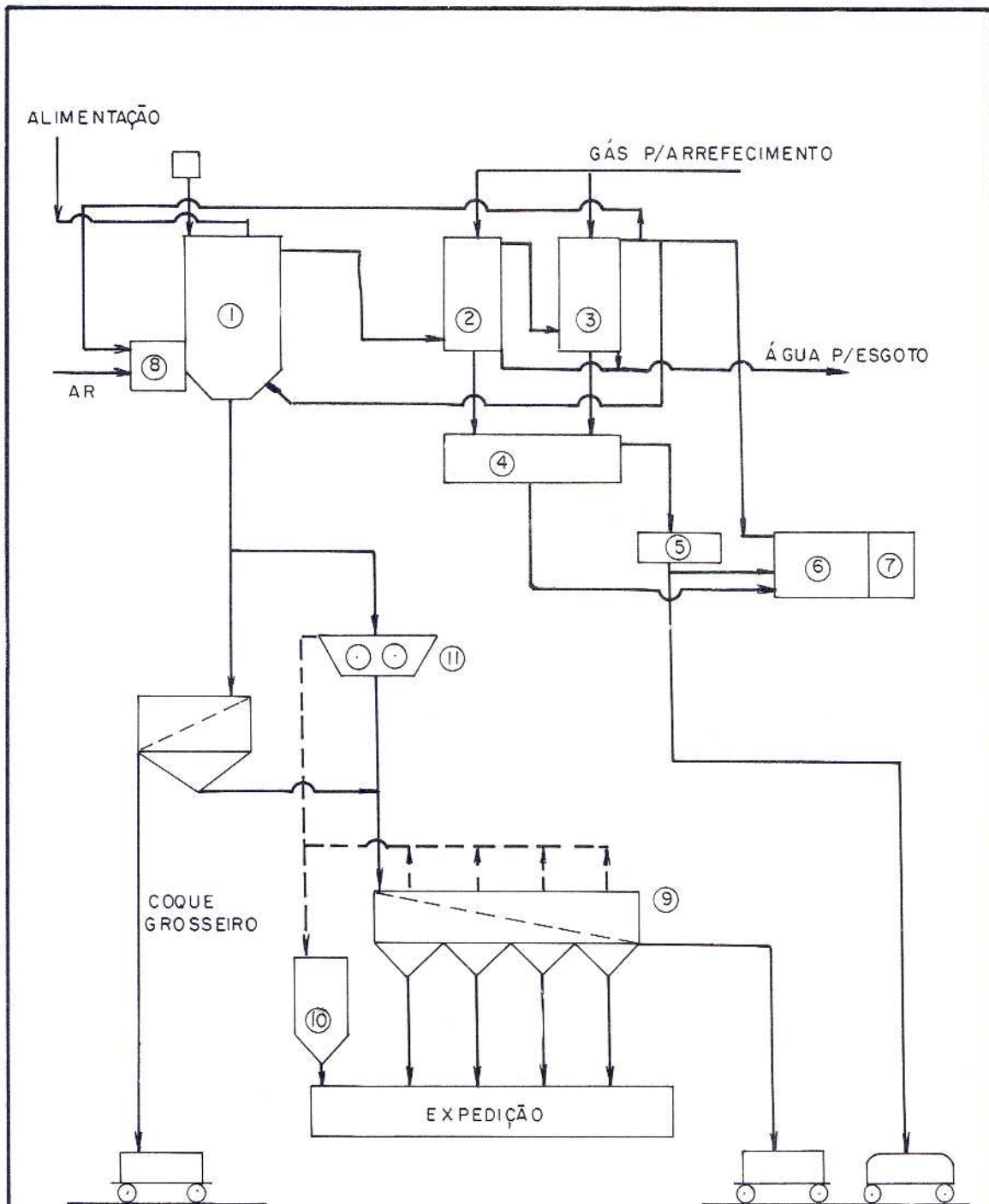


FIG. 3—FORNO WIELAND



- 1 - RETORTA
- 2 - CONDENSAÇÃO DO GÁS
- 3 - LIMPEZA DO GÁS
- 4 - SEPARAÇÃO DO ALCATRÃO
- 5 - DEPÓSITO DO ALCATRÃO
- 6 - TRATAMENTO DE ÁGUA DA SEMICOQUEIFICAÇÃO
- 7 - RECUPERAÇÃO DO CALOR
- 8 - FORNO
- 9 - PENEIRA
- 10 - SEPARAÇÃO DO PÓ
- 11 - BRITADOR DE COQUE

FIGURA 4 - ESQUEMA DA COQUELIFICAÇÃO DA TURFA SISTEMA WIELAND

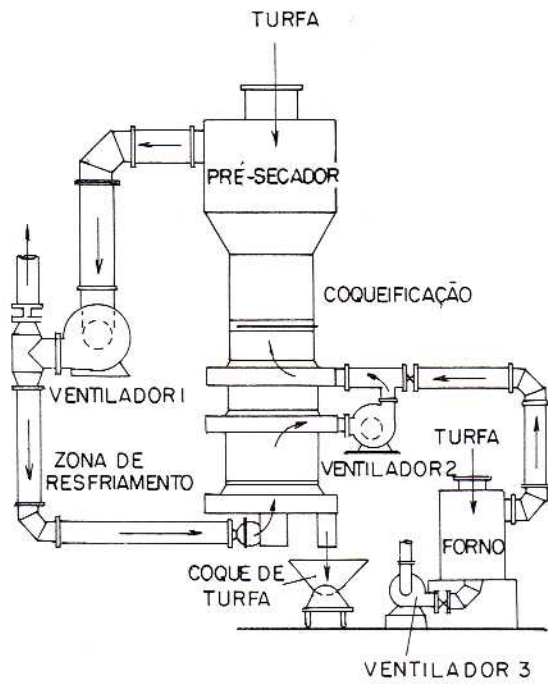


FIG. 5 - INSTALAÇÃO PARA COQUEIFICAÇÃO DA TURFA, COM AQUECIMENTO DIRETO

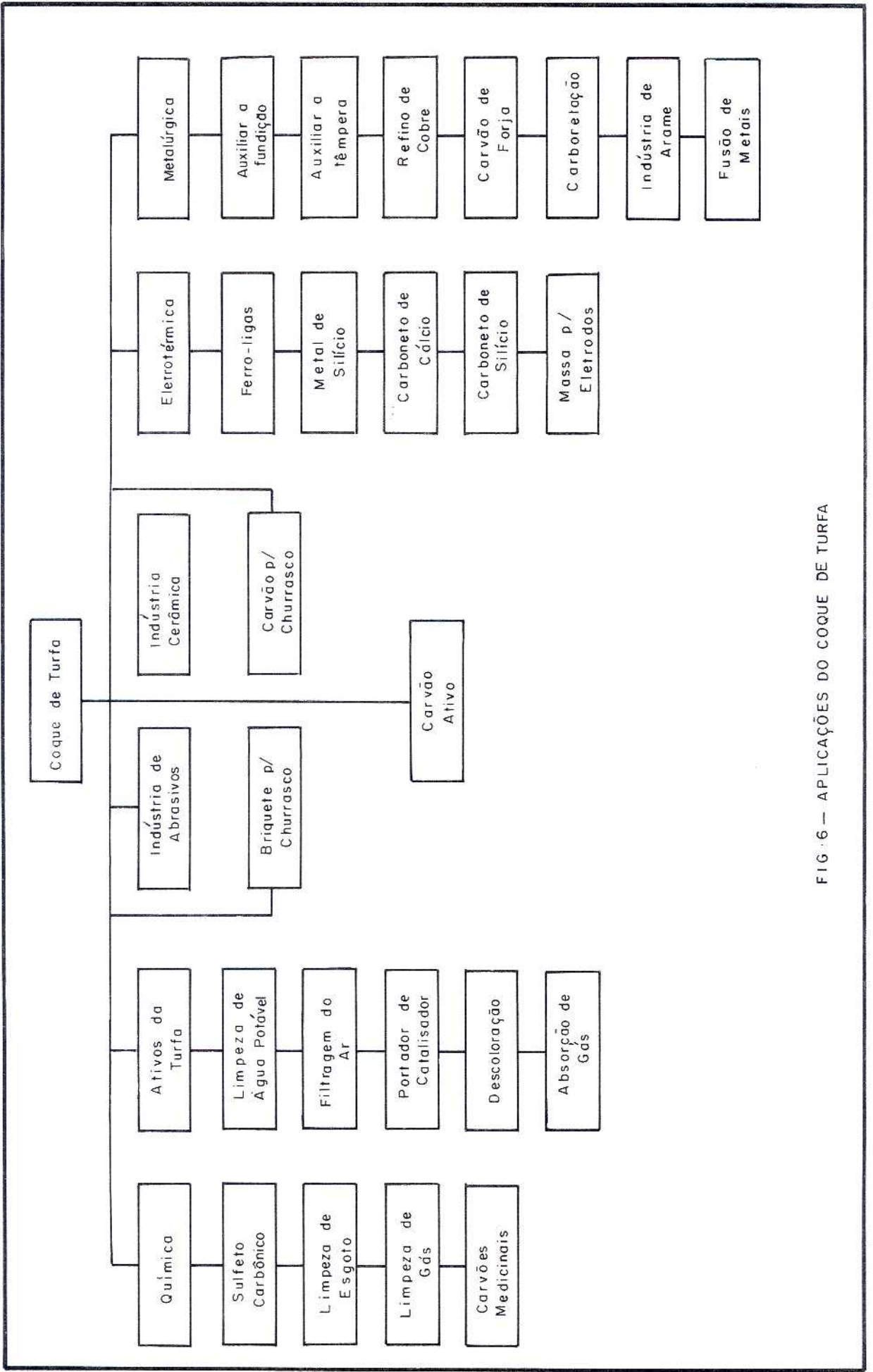


FIG. 6 — APLICAÇÕES DO COQUE DE TURFA