

CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL  
CORP/ENELI  
BIBLIOTECA

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

BRIQUETAGEM E A SUA IMPORTÂNCIA  
PARA A INDÚSTRIA

STM 17/CE

*Tombo: 006382*

Série Tecnologia Mineral	nº 17	Seção Beneficiamento	nº 12	Brasília	1981
-----------------------------	-------	----------------------	-------	----------	------

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA  
CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL - CETEM  
CONVÊNIO DNPM/CPRM

Beneficiamento  
nº 12

Autores: Walter Schinzel •  
Regina Célia M. da Silva ..

BRIQUETAGEM E A SUA IMPORTÂNCIA  
PARA A INDUSTRIA

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

CT-002309-2

- Eng. Químico
- Eng. Química, M. Sc. Eng. Metalúrgica

Brasília  
1981

SUMÁRIO	PÁGINAS
RESUMO	
ABSTRACT	
BIBLIOGRAFIA	10

### ILUSTRAÇÕES

FIG.1 - ESQUEMA DA PRODUÇÃO "EXTRAZIT"	11
FIG.2 - COQUE FORMADO	12
FIG.3 - BRIQUETAGEM DE UMA PARTE DE CARVÃO COQUEIFICÁVEL MAIS AGLUTINANTE	13
FIG.4 - BRIQUETAGEM DE UMA PARTE DE CARVÃO COQUEIFICÁVEL NUMA MISTURA DE CARVÃO NÃO COQUEIFICÁVEL MAIS AGLUTINANTE	14
FIG.5 - INFLUÊNCIA DA PRESSÃO SOBRE A QUALIDADE DOS BRIQUETES VERDES DA LIGNINA	15
FIG.6 - INFLUÊNCIA DA PRESSÃO E DA <del>TEMPERATURA</del> <del>TEMPERATURA</del> SOBRE A RESISTÊNCIA DOS COQUES FORMADOS DA LIGNINA	16
FIG.7 - INFLUÊNCIA DO TEMPO PROLONGADO DE CO- QUEIFICAÇÃO NAS CONDIÇÕES DOS ENSAIOS SOBRE A RESISTÊNCIA DO COQUE FORMADOS DA LIGNINA.	17

## RESUMO

Apresenta-se uma revisão das tecnologias de briquetagem com ênfase nas características do produto no estado natural, intermediário e final no processo. São mostrados exemplos práticos de processos industriais. A utilização de finos pode ser facilitada e feita mais eficientemente pela briquetagem. Para alguns processos, a utilização de finos é possível somente com um estágio prévio de briquetagem. Como exemplo, é analisado a produção do coque metalúrgico pela briquetagem da lignina. É mostrado que sem a briquetagem, o coque não pode ser obtido e que a qualidade do coque depende das condições de briquetagem.

## ABSTRACT

A review of the various briquetting technologies is presented with an emphasis on the characteristics of the raw, sub and final products of the processes. Practical examples from proven processes are shown. The utilization of fines can be made easier and improved by briquetting. For some processes, the utilization of fines is only possible with a previous briquetting stage. As an example, the production of metallurgical coke by briquetting of lignine is analysed. It is shown that without briquetting coke can not be obtained and that the quality of the coke depends on the briquetting conditions.

## BRIQUETAGEM E A SUA IMPORTÂNCIA PARA A INDÚSTRIA

Briquetagem é um processo de aglomeração já bastante conhecido em que produtos finos são transformados em produtos de granulometria mais grosseira para a sua utilização industrial.

A forma e o tamanho dos briquetes são escolhidos de acordo com as suas aplicações.

Uma briquetagem pode ser conduzida com adição ou não de aglutinante.

O uso do aglutinante é necessário quando somente através de compressão não for possível atingir a resistência mínima a que o briquete tenha que se submeter.

Há diferentes tipos de aglutinante: aglutinantes líquidos, aglutinantes sólidos, solúveis e insolúveis em água.

Os aglutinantes mais conhecidos são os termoplásticos, tais como: alcatrão, breu e várias espécies de betumes. Como exemplo dos aglutinantes solúveis em água, podemos citar: melão, lixívia de sulfitos e amidos. Há ainda, uma série de outros produtos que são usados em diferentes briquetagens.

Além das suas funções como aglutinantes, estas substâncias podem as vezes também aumentar ou diminuir as propriedades coqueificantes de um material a ser briquetado.

Industrialmente se utiliza mais frequentemente, dois tipos de prensa: prensa de pistão e prensa de rolos duplos. Ambos esses tipos de prensa são de eficiência tecnicamente comprovadas na indústria. Estas prensas podem ser construídas para grandes capacidades de produção.

A prensa de rolos duplos com diâmetros de rolo de 1,5 m e com capacidade de produção de 50t/h de briquetes, não é hoje uma raridade.

A briquetagem é um processo bastante complexo, o qual é influenciado por uma série de fatores. Estes fatores que influenciam no processo de briquetagem, devem ser conhecidos e considerados. Alguns destes fatores são: umidade, tamanho das partículas, temperaturas no processo, qualidade e quantidade de aglomerante, pressão de briquetagem e outros. Se as condições usadas no trabalho são satisfatórias e não variam durante o processo, é possível a automatização parcial ou total desta briquetagem.

Tudo o que foi dito são generalidades sobre o processo de briquetagem.

Porque briquetar e qual a sua importância na indústria?

A principal importância da briquetagem é possibilitar a utilização de produtos finos.

A briquetagem pode facilitar, melhorar e possibilitar melhores alternativas de utilização de finos.

São conhecidos os produtos que contem grande quantidade de finos e ultrafinos, tornando difícil o seu manuseio e a utilização em muitos processos técnicos. Como exemplo do que acaba de ser dito, são os ultrafinos gerados em instalações industriais. A briquetagem neste caso facilitaria, por exemplo, a estocagem e transporte desses produtos, que muitas vezes possibilita a recuperação de produtos valiosos contidos nestes ultrafinos.

Uma indústria que transforma muitos milhões de toneladas de finos por ano, em produtos valiosos para o mercado,

é a briquetagem de finos de carvão, para aquecimento doméstico.

Com a constante e crescente mecanização e automatização na extração do carvão das minas, aumenta cada vez mais a percentagem de finos no carvão, extraído das mesmas. Com a ajuda da briquetagem pode-se utilizar uma grande parte desse carvão fino economicamente.

Com um esquema simplificado de produção de briquetes à partir de finos de carvão antracito, que queimam sem fazer fumaça, pode mostrar não só a transformação de carvão fino em produto valiosos, mas também é um exemplo de uma briquetagem, quase que automática (figura 1).

A figura 1 mostra uma instalação de briquetagem de carvão fino, usando lixívia de sulfito de amônia como aglomerante, cuja capacidade de produção é de mais de 500 mil toneladas por ano de briquetes. Através de determinadas condições como temperatura e umidade constante no carvão, o qual é conseguido com o uso de leito fluidizado, com um controle de desvaporização da mistura e com constantes qualidades e quantidades do aglomerante, é possível que um único homem consiga todo o controle da operação. Em toda a instalação, incluindo preparação do aglomerante, tratamento térmico do briquete à 250°C e carregamento do briquete, são utilizados, nesta produção de "EXTRAZIT"; somente 5 homens por turno de trabalho.

Os grandes grupos de produtos finos podem ser transformados em produtos valiosos e mais facilmente manipuláveis através do processo de briquetagem. Como exemplo, podemos citar: finos produzidos nas minerações, finos de britagem, produtos de flotação, sais, produtos químicos, adubos e vários outros produtos e semi-produtos.

Também misturas de vários materiais e os ingredientes, adicionados sempre em pequenas quantidades, podem resolver satisfatoriamente, através de briquetagem, problemas ligados à indústria.

Pode ocorrer muitas vezes que materiais finos precisam ser misturados em uma massa líquida cuja densidade é maior que a do material fino; neste caso, a briquetagem deste material fino soluciona o problema.

É conhecido que as dificuldades de embalagem e transporte de produtos finos podem ser facilmente contornadas com a ajuda da briquetagem.

Também a uniformidade do tamanho dos briquetes é valioso para a técnica. Um exemplo disto seria a produção de coque pré-moldado para agir como redutor na siderurgia de alto forno. O coque pré-moldado de uma grande uniformidade de tamanho de carga, mas uma vantagem ainda maior é que este processo de coqueificação possibilita utilizar também, carvões fracamente coqueificáveis ou não coqueificáveis na fabricação do coque.

A evolução rápida, nos últimos dez a quinze anos dos processos de fabricação do coque pré-moldado, formulou para a briquetagem novas e importantes missões.

Existem um grande número de processos de fabricação de coque pré-moldado. Mas nesta exposição serão mencionados somente aqueles que produzem coque para redução em altos fornos. Além disto, serão mencionadas algumas das vantagens na produção deste coque. O custo do carvão representa 70% no custo de fabricação do coque, por isso a vantagem econômica nesta fabricação representa muito mais para países que tem poucas ou nenhuma reserva de



carvão coqueificável. Outras vantagens podem ser citadas, tais como: produção contínua, maior flexibilidade para iniciar e terminar a operação, menor poluição do meio ambiente, menor manutenção e outros. Na figura 2 vê-se, na parte superior, a utilização de um processo normal de briquetagem com breu de alcatrão como aglutinante. Na parte inferior, vê-se os processos que utilizam briquetagem a quente.

Sendo a briquetagem a quente um processo especial, decorreremos um pouco a respeito deste processo.

Na briquetagem a quente mistura-se normalmente um material inerte (como por exemplo, um carvão não coqueificável/ou semi-coque), com um carvão coqueificável. A relação de mistura e as temperaturas devem ser de tal modo reguladas, que a temperatura de mistura deve estar na zona de amolecimento do carvão coqueificável. O carvão coqueificável tem a função de aglomerante no processo. Um carvão, fracamente coqueificável pode também ser usado neste processo; neste caso, o alcatrão obtido no próprio processo deve ser recirculado no mesmo. Os briquetes produzidos devem ser aquecidos até  $600^{\circ}\text{C}$ , visando recuperar o resto do alcatrão contido nesses briquetes. Em se falando a respeito da importância da briquetagem na indústria de coqueificação, deve ser mencionada a importância da briquetagem total ou parcial do carvão a ser introduzido na câmara de coqueificação. Com a compressão conseguida através da briquetagem, consegue-se uma otimização da densidade aparente de carga na câmara de coqueificação. Com isso, consegue-se um melhoramento sensível na qualidade de coque a ser produzido. Alguns países como o Japão e África do Sul utilizam os proveitos da pré-briquetagem do carvão nas grandes instalações industriais.

A briquetagem parcial de carvões para coqueificação melhora a qualidade do coque e facilita a utilização do car

vões fracamente coqueificáveis ou não coqueificáveis, em forma de briquetes como complemento da carga a ser coqueificada.

Na figura 3 é mostrado o esquema simplificado no qual cerca de 30 a 35% de carvão coqueificável é briquetado com 2% de aglutinante. Esses briquetes formados são misturados com o restante da quantidade de carvão a ser coqueificado.

Na figura 4, uma mistura de 8% de carvão coqueificável, 21% de carvão não coqueificável e 2% de uma substância coqueificável é briquetada, usando 2% de aglutinantes. Os briquetes resultantes desta operação são infornados em baterias de coqueificação, juntamente com os 67% restante de carvão coqueificável.

Usando estes dois processos acima apresentados, o Japão produz diariamente milhões de toneladas de coque.

Também na tecnologia de gaseificação do carvão tem a briquetagem um importante papel. Sabe-se que na tecnologia de gaseificação do processo Lurgi, deve-se utilizar somente carvão acima de 3 mm. Neste caso, o material (3 mm) poderá ser briquetado e usado neste processo.

Além dos exemplos acima citados, em que se mostra claramente como a briquetagem ajuda a indústria, outros exemplos poderiam ser ainda citados.

Dos problemas a serem resolvidos somente com ajuda da briquetagem, podem exemplificar a transformação da lignina em coque pré-moldado.

A lignina é, como se sabe, um subproduto da fabricação do álcool a partir da madeira seca, bagaço de cana e outras substâncias vegetais.

A lignina é, como a turfa e babaçu, uma matéria prima interessante para o Brasil.

As exposições seguintes apoiam-se em investigações realizadas no CETEM, com a lignina proveniente do bagaço da cana; em cooperação com a Fundação de Tecnologia Industrial-FTI.

Estes trabalhos tiveram por objetivo, o levantamento das condições ótimas de operação da briquetagem da lignina / sem uso de aglutinantes e do estudo das propriedades dos briquetes verdes formados sobre as qualidades do coque produzido a partir destes briquetes.

Alguns resultados destas pesquisas serão mostrados posteriormente. Estes resultados mostram como a variação das condições de briquetagem influenciam nas propriedades do coque pré-moldado de lignina.

Na briquetagem, sem uso de aglutinante da lignina moída abaixo de 0,4 mm, foram encontrados dois parâmetros muito influentes no processo, que são: a umidade e a compressão da lignina durante o processo de briquetagem.

Para a obtenção de briquetes com bastante resistência mecânica, foi necessário imprimir uma compressão, de maneira tal que a densidade aparente do material inicial, passasse de 366 g/1000 cm<sup>3</sup> para 950 à 1100 g/1000 cm<sup>3</sup>.

O tratamento térmico aplicado aos briquetes verdes produzidos, mostraram uma interdependência clara entre as qualidades dos briquetes e os coques pré-moldados produzidos a partir desses briquetes.

Tal como já se esperava, a temperatura, especialmente na faixa de gaseificação da lignina, que se dá entre 180

a 150°C, influenciou fortemente nas qualidades do coque formado.

Alguns gráficos a serem apresentados em seguida, mostrarão essas influências.

O gráfico 5 mostra a influência da pressão usada (2000, 3000 e 4000 Newtons por  $\text{cm}^2$ ), no processo da compressão e na resistência do briquete verde.

O gráfico 6 mostra a influência da pressão durante a briquetagem e a temperatura de coqueificação sobre as resistências do coque.

Da mesma forma em que sobe a resistência do coque, aumenta ao mesmo tempo a densidade aparente do mesmo, com conseqüente diminuição da porosidade. A porosidade por sua vez influencia, como se sabe, na reatividade do coque.

O gráfico 7 mostra a dependência de qualidade do coque em relação às temperaturas usadas e a velocidade de aumento da temperatura.

Os resultados apresentados demonstraram não só que a briquetagem influencia nas qualidades de um produto final, como também, que certos produtos são produzíveis, somente com a ajuda da aglomeração por pressão, isto é, a briquetagem.

As condições tecnológicas durante o processo de produção de coque pré-moldado a partir do babaçu são similares à produção do coque a partir da lignina.

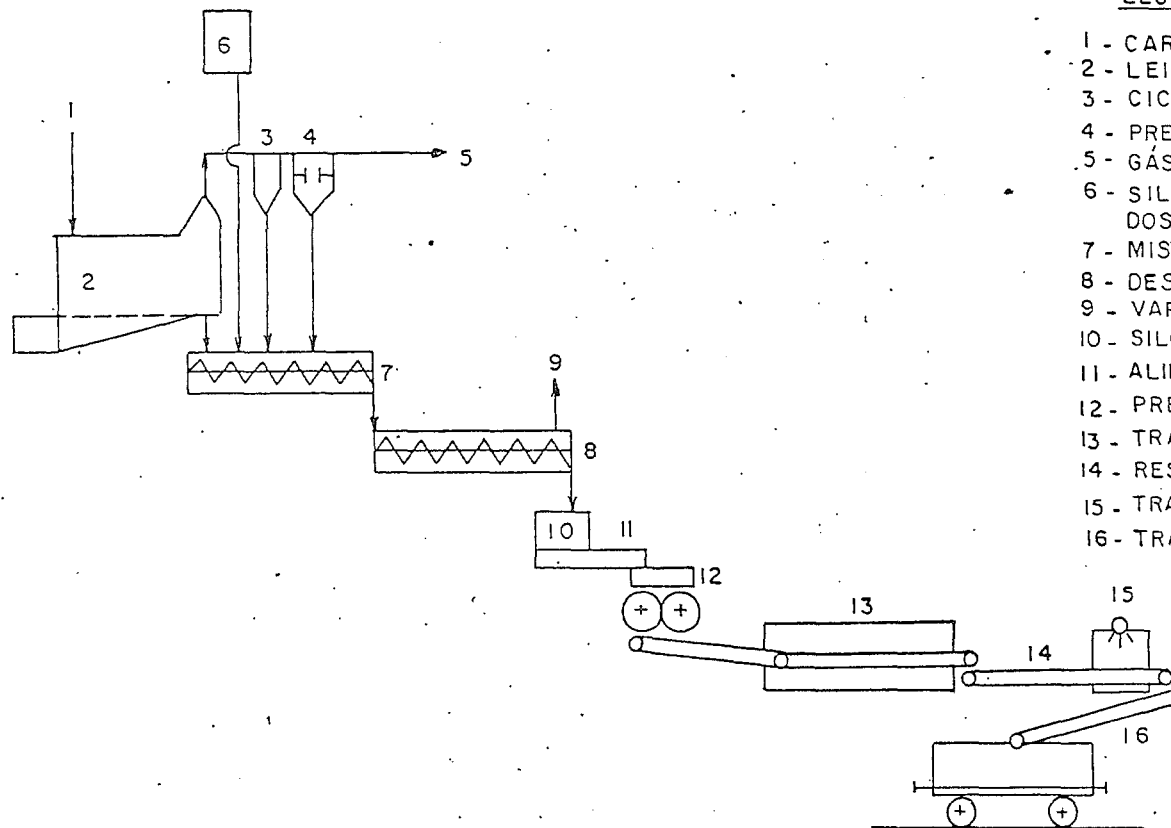
A turfa também pode ser usada na forma de briquetes, como combustíveis ou como coque redutor para altos fornos.

Estas exposições são somente para dar uma idéia geral sobre a importância da briquetagem na indústria.

Com o desenvolvimento da tecnologia na produção de novos produtos e com o aumento cada vez maior da mecanização e automatização da lavra minerária, a briquetagem se evidenciará cada vez mais como um processo coadjuvante muito importante para a indústria.

BIBLIOGRAFIA REFERENCIADA

1. AHLAND, E. Stand der form koksentwicklung, fadsferidate.  
Huttenpraxix, Eisonhuttentag, 1978. p. 767-71.
2. MUSCHENBORGE, W.; SCHINZEL, W. Processes occurring during the  
briquetting of coal. Brennstoff - Chemie, 46 (2): 52-56, 1965
3. SCHINZEL, W. Briquetting chemistry of coal utilization.  
V.2 (supplementary), cap. 11, p. 653-60.
4. SCHINZEL, W. Production of smokeless fuel by briquetting coal  
using sulfite liquid as a binder. Erdoel Kohle, 25 (2): 65 -  
69, 1972.
5. YOSHIDA, Y. Status of a hot briquetting and form -coke techno  
logy in Japan. In : BIENNAL CONFERENCE OF THE INSTITUTE FOR  
BRIQUETTING AND AGGLOMERATION, 12, 1971.



LEGENDA

- 1 - CARVÃO PRÉ-AQUECIDO
- 2 - LEITO FLUIDIZADO
- 3 - CICLONE
- 4 - PRECIPITADOR ELÉTRICO
- 5 - GÁS PURIFICADO
- 6 - SILO DE AGLOMERANTES E DOSIFICAÇÃO
- 7 - MISTURADOR
- 8 - DESVAPORIZAÇÃO
- 9 - VAPOR
- 10 - SILO
- 11 - ALIMENTADOR
- 12 - PRENSA
- 13 - TRATAMENTO TÉRMICO
- 14 - RESFRIAMENTO
- 15 - TRATAMENTO SUPERFICIAL
- 16 - TRANSPORTE

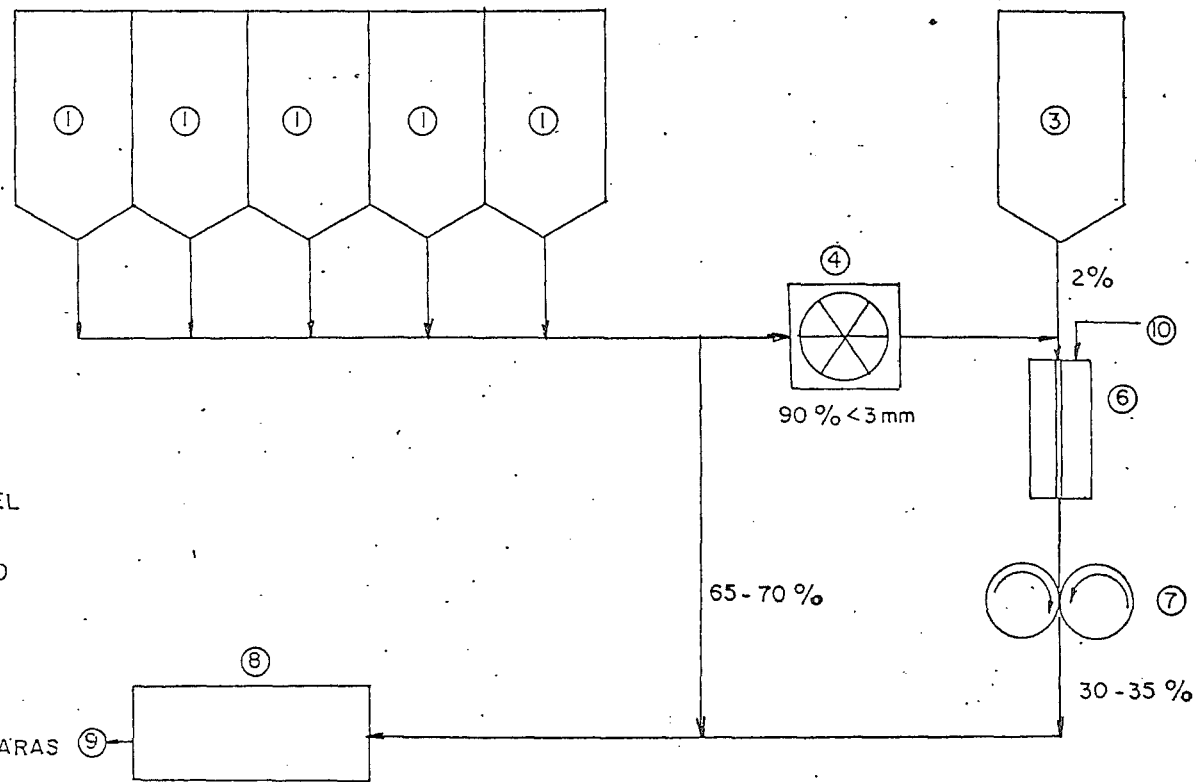
FIG.1 - ESQUEMA DA PRODUÇÃO DO EXTRAZIT

FIG 2 - COQUE FORMADO

PROCESSOS	PROPRIEDADE INDUSTRIAL	ESTAGIOS DO PROCESSO			- USINAS
		PRÉ TRATAMENTO	BRIQUETAGEM	PÓS TRATAMENTO	
BRIQUETAGEM TRADICIONAL DKS	DIDIER, ENG GMBH KEIHAN RENTAN KONYOCO LTD SUMITOMO METAL INC	PRÉ AQUECIMENTO (EVENTUAL)	BRIQUETAGEM C/BREU DE ALCATRÃO	COQUEIFICAÇÃO EM FORNO DE CÂMARAS	OSAKA 130 t/dia WAKAYAMA 25 t/dia
HBM	MOUILLERES DU BASSIN DU NORD ET DU PAS-DE-CALAIS	OXIDAÇÃO (EVENTUAL) OU COQUEIFICAÇÃO INCOMPLETA	BRIQUETAGEM C/BREU DE ALCATRÃO	COQUEIFICAÇÃO	DROCOURT 140 t/dia
FMC	FMC CORP	OXIDAÇÃO, COQUEIFICAÇÃO INCOMPLETA; COQUEIFICAÇÃO EM LEITO FLUIDIZADO	BRIQUETAGEM C/BREU DE ALCATRÃO	OXIDAÇÃO EM FORNO CONTÍNUO, COQUEIFICAÇÃO EM FORNO DE CÂMARAS	KEMERER 250 t/dia
AUSCOKE	THE BROKEN MILL PROPRIETARY COMPANY LTD		BRIQUETAGEM C/BREU DE ALCATRÃO	COQUEIFICAÇÃO INCOMPLETA EM FORNO DE ÁREA, COQUEIFICAÇÃO EM FORNO DE CÂMARAS	PORT KEMBLA 1000 t/dia
BRIQUETAGEM A ALTAS TEMPERATURAS AHCIT	ESCHWEILER BERGWERKSVEREIN	COQUEIFICAÇÃO INCOMPLETA EM REATOR DE LEITO FLUIDIZADO	BRIQUETAGEM A ALTAS TEMPERATURAS COM CARVÃO COQUEIFICÁVEL	COQUEIFICAÇÃO INCOMPLETA AUTOTÉRMICA	ALSDORF 250 t/dia
BFL	BERGBAU FORSCHUNG GMBH LURGI, GMBH	COQUEIFICAÇÃO INCOMPLETA EM LEITO FLUIDIZADO	BRIQUETAGEM A ALTAS TEMPERATURAS COM CARVÃO COQUEIFICÁVEL	COQUEIFICAÇÃO INCOMPLETA PARA REDUZIR MATÉRIA VOLÁTIL (EVENTUAL)	PROSPER 3000 t/dia SCUNTHORPE 6000 t/dia
SAPOZHNIKOV	GIPROKOKS	COQUEIFICAÇÃO INCOMPLETA EM LEITO FLUIDIZADO	BRIQUETAGEM A ALTAS TEMPERATURAS	COQUEIFICAÇÃO EM FORNO DE CÂMARA VERTICAIS	CHÂRKOW 3000 t/dia

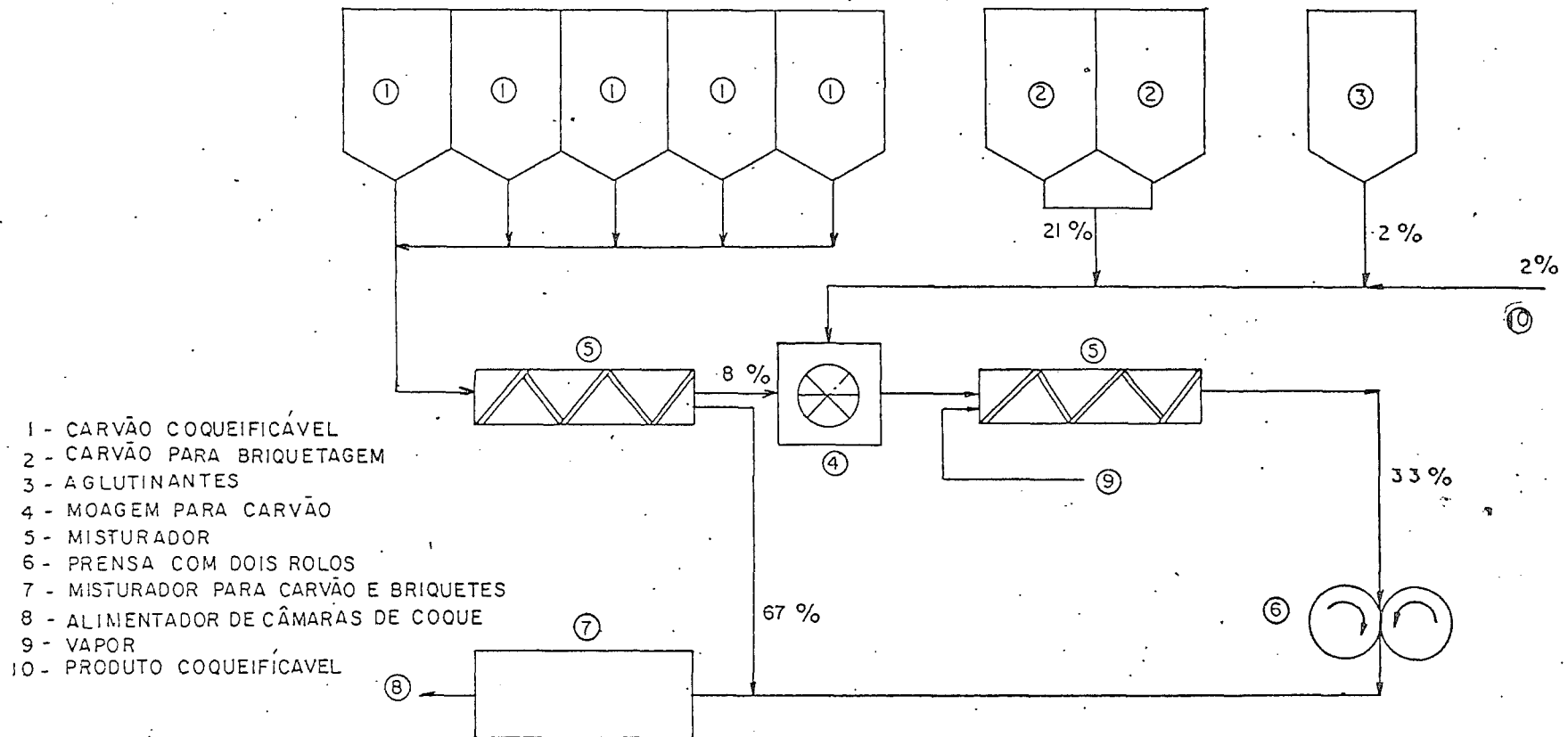


FIGURA 3 - BRIQUETAGEM DE UMA PARTE DE CARVÃO COQUEIFICÁVEL MAIS AGLUTINANTES



- ① - CARVÃO COQUEIFICÁVEL
- ③ - AGLUTINANTES
- ④ - MOAGEM PARA CARVÃO
- ⑥ - MOINHO "PUG"
- ⑦ - PRENSA COM DOIS ROLOS
- ⑧ - MISTURADOR PARA CARVÃO E BRIQUETES
- ⑨ - ALIMENTADOR DE CÂMARAS DE COQUE
- ⑩ - VAPOR

FIG.4 - BRIQUETAGEM DE UMA PARTE DE CARVÃO COQUEIFICÁVEL NUMA MISTURA DE CARVÃO NÃO COQUEIFICÁVEL MAIS AGLUTINANTE.



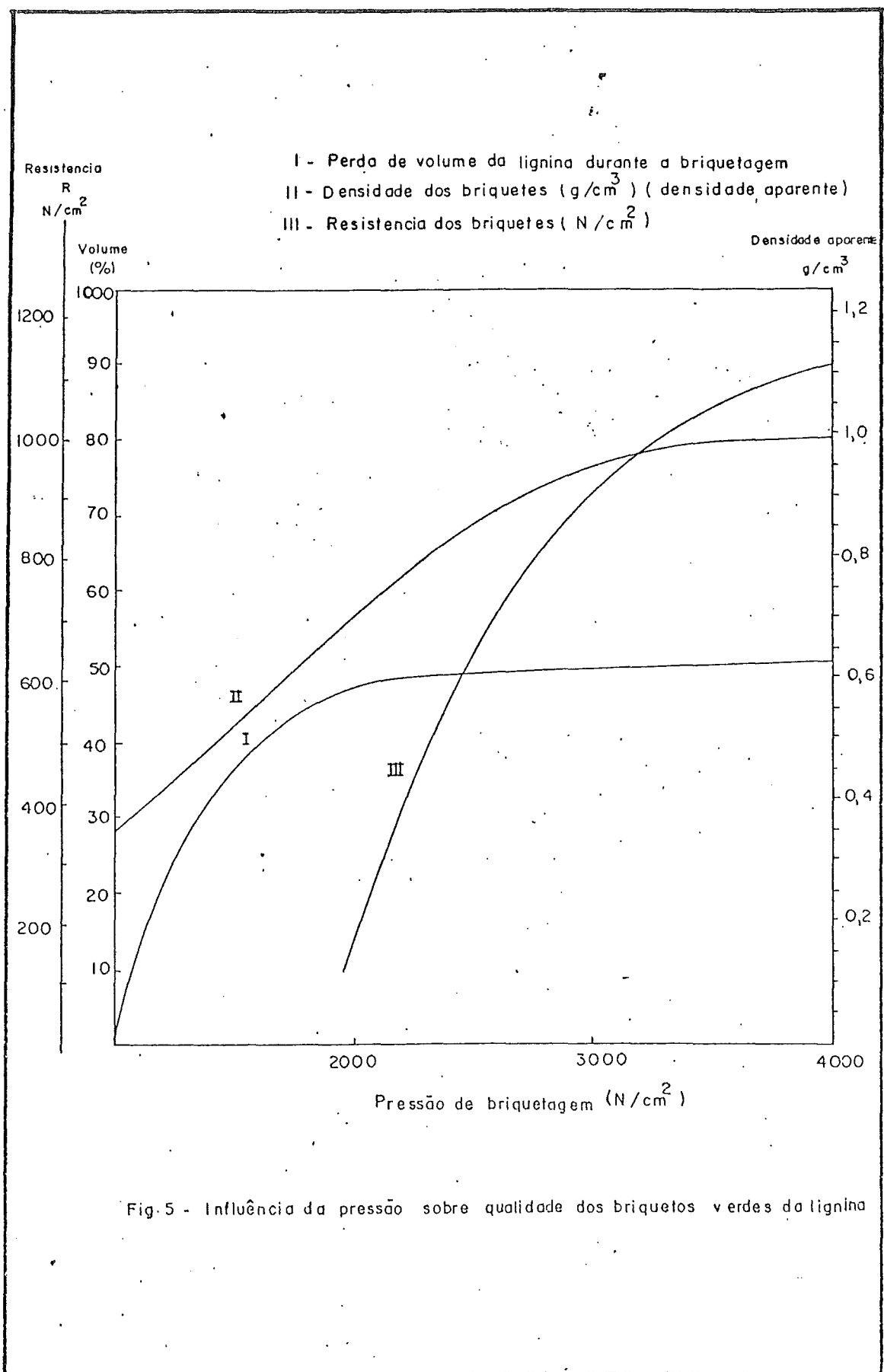


Fig. 5 - Influência da pressão sobre qualidade dos briquetes verdes da lignina

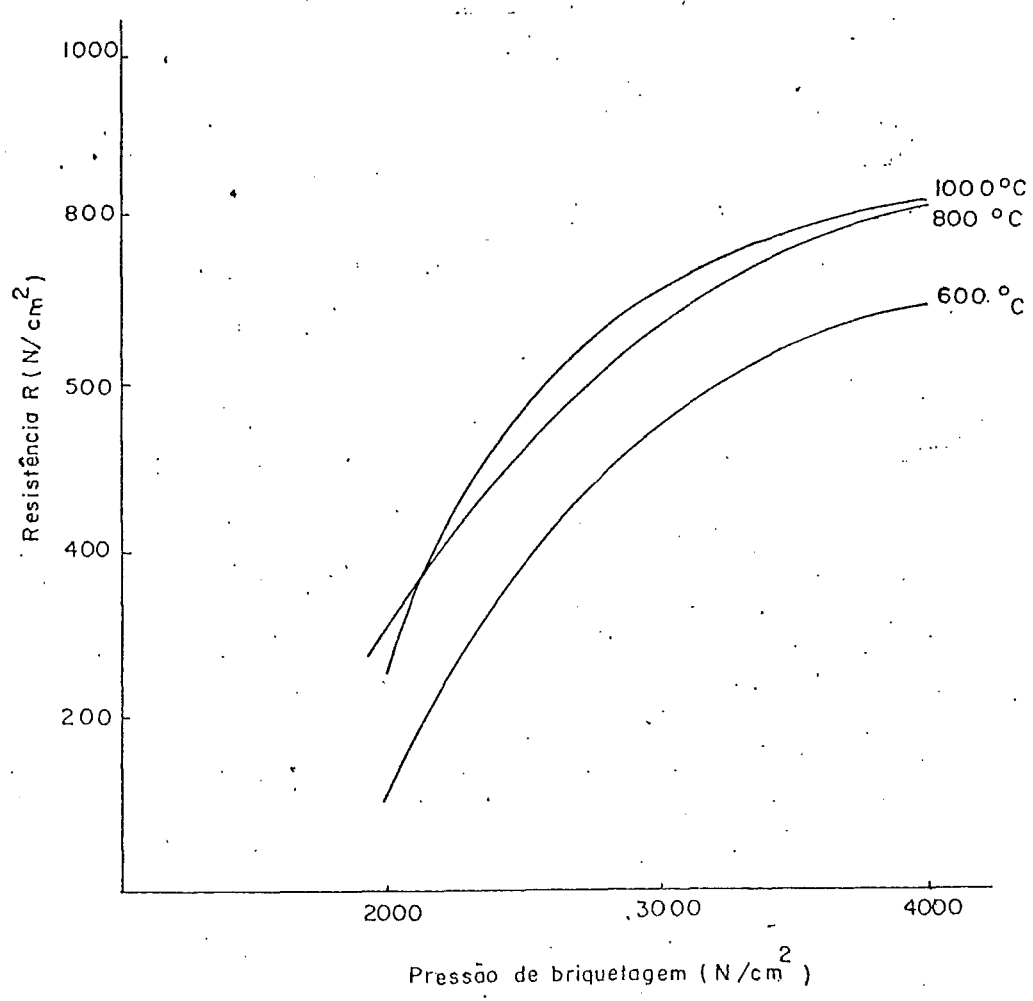


Fig.6 - Influência da pressão e da temperatura sobre a resistência dos coques formados da lignina.

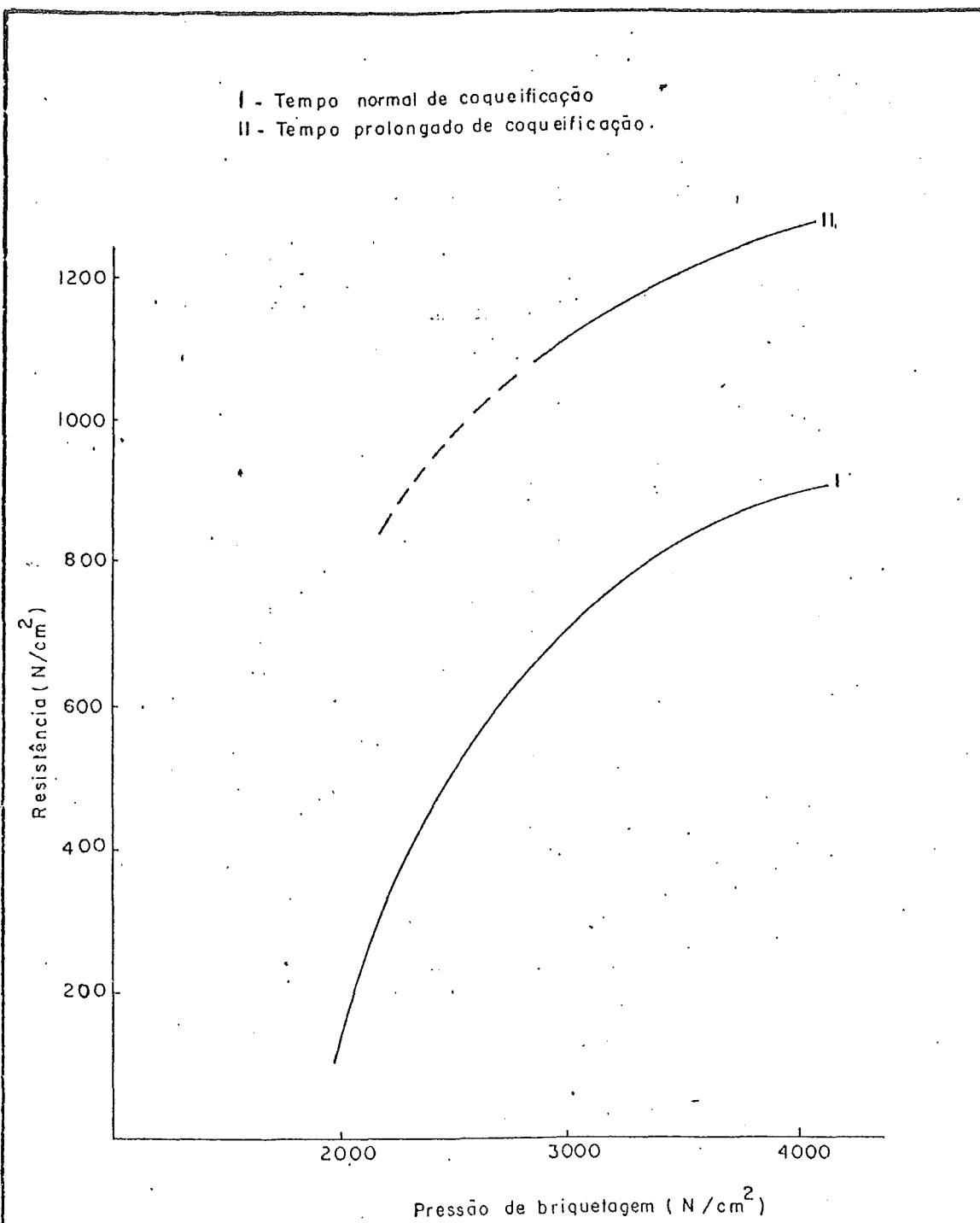


Fig. 7- Influência do tempo prolongado de coqueificação nas condições dos ensaios sobre a resistência dos coques formados da lignina.