

# mineração metalurgia

ANO 50 - N.º 481 - NOVEMBRO DE 1986

ANO DO CINQUENTENÁRIO  
10.ª EDIÇÃO ESPECIAL

## OS 10 ANOS DE VIDA DO IBRAM

**Secagem  
de turfas  
fluminenses**

**Depósitos  
de bentonita  
de Boa Vista**

**O por quê  
da criação de  
cursos de mestrado  
pela Petrobrás**





# Secagem de duas turfas fluminenses

Abraham Zakon  
 Antônio Carlos de Oliveira Laus  
 Antônio Luiz de Azevedo Caldeira Pires  
 Antônio Carlos Giacomini Azevedo

A turfa de Campos, fibrosa como a de Jacarepaguá, é oleosa. Ambas foram testadas numa termobalança e numa estufa de secagem solar. Para remover 80% da umidade original das duas turfas extrudadas ( $D_p = 6,9\text{mm}$ ) em amostras de 100 g de peso e espessura de torta 2 cm, nas temperaturas de 70, 60 e 50°C, na termobalança, verificou-se que eram necessárias, respectivamente, 8, 12 e 20 h. A turfa de Jacarepaguá submetida a 40°C perdeu aquele teor (em base úmida) após 40 h e comportou-se do mesmo modo para  $D_p = 3,4\text{mm}$ . Observou-se que a turfa de Jacarepaguá (não-extrudada), estocada num reservatório tipo fluxo mássico, aberto no topo, permite redução, por drenagem natural e evaporação, de 10 a 30% do seu teor de umidade, em base úmida, após 5 dias. A estufa de secagem solar permite reduzir teores de umidade para menos de 10%, em base úmida, durante três dias, no caso de duas bandejas, com espessura de torta de turfa extrudada 2cm e  $D_p = 6,9\text{mm}$ .

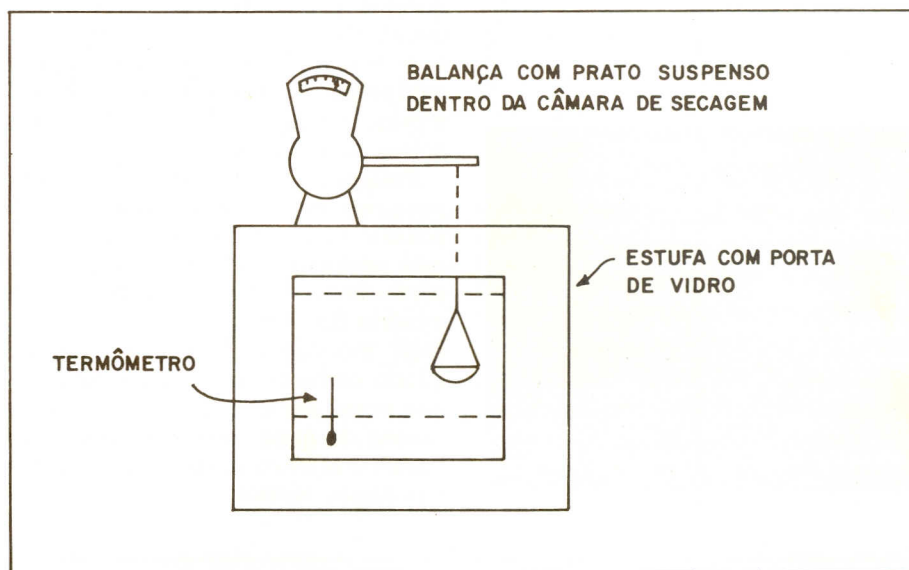


Figura 2 — Esquema da termobalança usada em laboratório

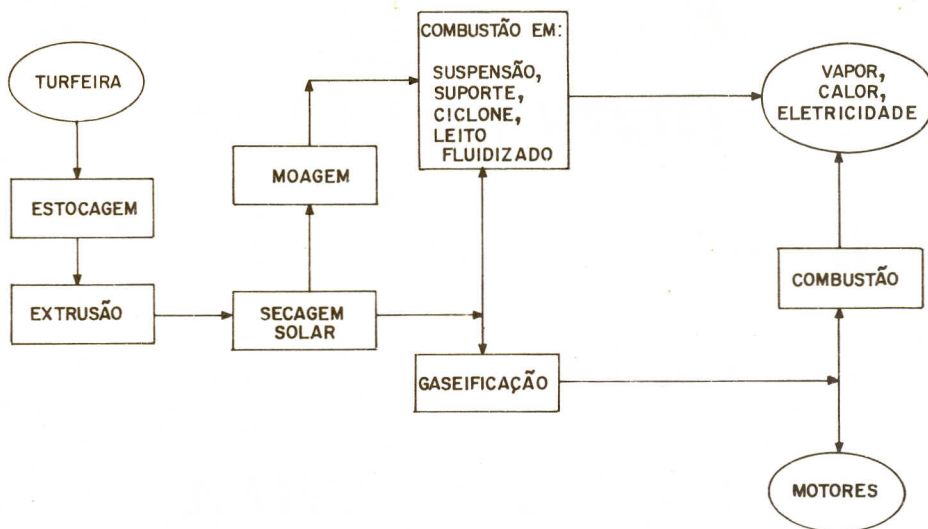


Figura 1 — Aproveitamento da turfa para fins energéticos

The peat of Campos, fibrous as that from Jacarepaguá, is oleous. Both were dried on a thermobalance and in a "solar drying house". The removal of 80% of water, in wet-weight basis, for both extruded peats ( $D_p = 6,9\text{mm}$ ), samples of 100g and 2cm thickness

layer, at 70, 60 and 50°C was reached, respectively, after 8, 12 and 20 h. It was observed that testing Jacarepaguá's peat for 40°C, the time of drying was 40 h to the same removal and, that this material showed similar curves of drying for  $D_p = 3,4\text{mm}$ . It was

noted that Jacarepaguá's peat, stored in a mass-flow bin, open at the top, shows reduction of water content, by natural drainage and evaporation, of 10 to 30%, in wet-weight basis, after 5 days. The "solar drying house" allows reductions of water content to 10% levels, in wet-weight basis, with 3 days of exposition to solar energy, for the case of two trays, each with 2cm thickness layer of extruded peat bed ( $D_p = 6,9\text{mm}$ ).

## Secagem solar da turfa pelo efeito estufa

Segundo Fróes Abreu (1), as tentativas de exploração da turfa de Jacarepaguá, RJ, como combustível durante a Segunda Guerra Mundial, malograram diante do problema de secagem. Na jazida o material contém 80 a 95% de água. O elevado teor de umidade inicial da turfa conduziu à concepção de uma "estufa de secagem solar", destinada a operar na turfeira para eliminar o transporte inútil de água até as usinas de combustão ou gaseificação. A secagem ao ar livre demanda semanas para reduzir a umidade de 70 para 20% e expõe a turfa às adversidades climáticas tais como chuvas, orvalhos e poeiras.



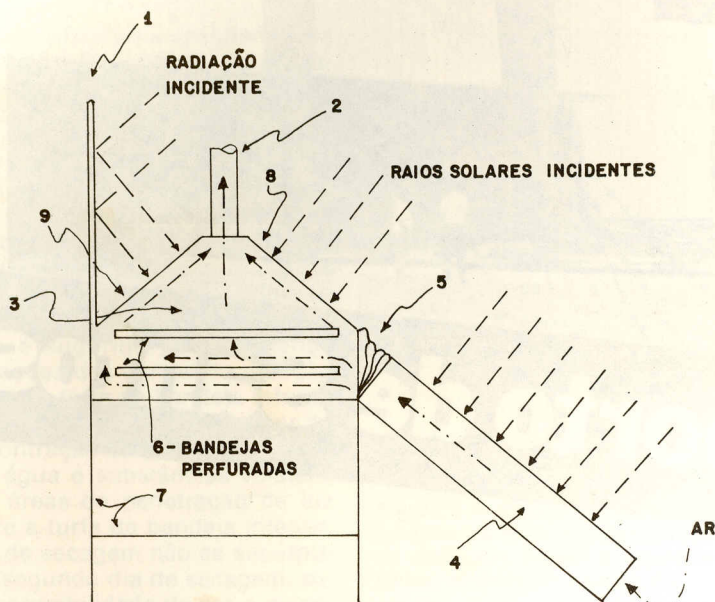
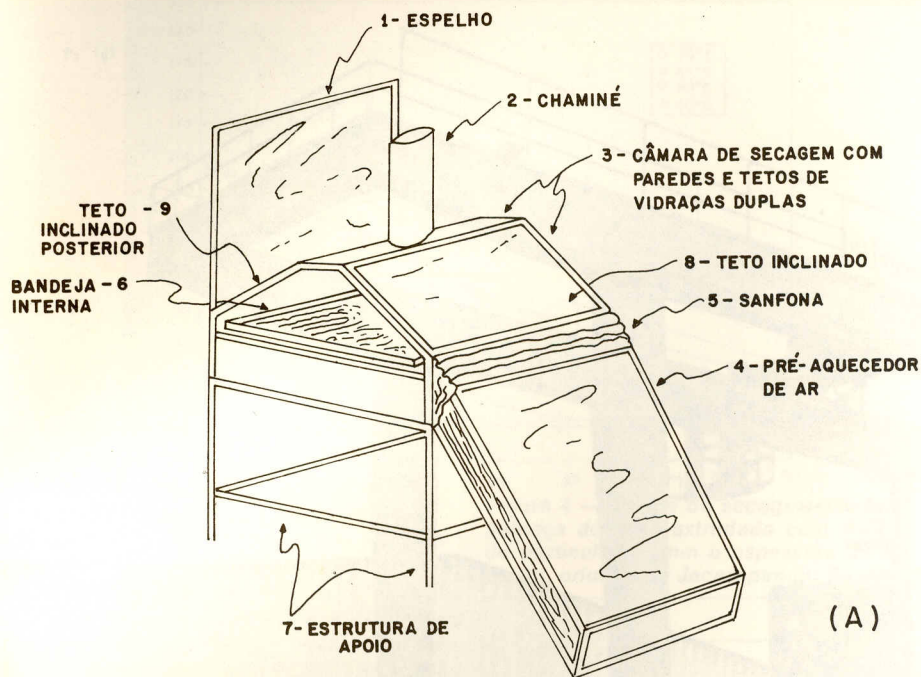


Figura 3 — Estufa de secagem solar esquematizada em (A) Perspectiva (B) Perfil

O "efeito estufa" tem sido aproveitado na agricultura quer para o cultivo de certas espécies quer para a secagem de produtos agrícolas, nos períodos de outono-inverno. A "estufa de secagem solar" aproveita os efeitos radiantes e convectivos para aquecer o ar e a própria turfa, pela captação da energia do sol, permitindo armazená-la e dissipá-la lentamente nos períodos noturnos ou nublados. O modelo concebido pode ser produzido com materiais de construção de fácil aquisição no comércio (2).

#### Características das turfas utilizadas

Foram colhidas amostras de turfas

nas localidades da Baixada de Jacarepaguá, município do Rio de Janeiro e Ibitioca, município de Campos, as quais apresentaram diferenças em algumas propriedades (3).

A turfa de Jacarepaguá continha elevado teor de fibras, drenava umidade por ação da gravidade na estocagem, apresentava resíduo argiloso nas mãos após esfregamento e escoava com alguma facilidade no extrusor semi-automático para os diâmetros de filandras (Dp) 3,4mm e 6,9mm.

A turfa de Campos, também fibrosa, não drenava umidade na estocagem com a mesma intensidade. Seu resíduo após esfregamento era oleoso, e o escoamento no extrusor era

dificultado por entupimentos frequentes.

#### Aproveitamento da turfa

A utilização da turfa para fins energéticos implica no seu tratamento, desde a extração até um estado de conformação adequado para queima (Figura 1.) As etapas de estocagem, extrusão e secagem solar são abordadas no presente trabalho (4).

A turfa seca pode apresentar um poder calorífico inferior em torno de 5200 kCal/kg, quando o teor de cinzas for baixo. Nos aspectos técnicos e econômicos é vantajoso queimar turfas com teores de umidade de 10 a 20% e o poder calorífico inferior pode situar-se no intervalo de 3500 a 4500 kCal/kg.

#### Procedimentos experimentais

A turfa colhida foi estocada em sacos plásticos transparentes com capacidade individual de 50 litros. Percebeu-se a possibilidade de remoção preliminar de umidade em silos, pois era visível o acúmulo de água no fundo de cada saco, contendo turfa de Jacarepaguá, logo após o transporte.

Para a extrusão em escala de bancada utilizou-se um moedor elétrico de carne, com alimentação e pressão manuais, que dispunha de placas perfuradas com diâmetro de furos de 3,4 e 6,9mm.

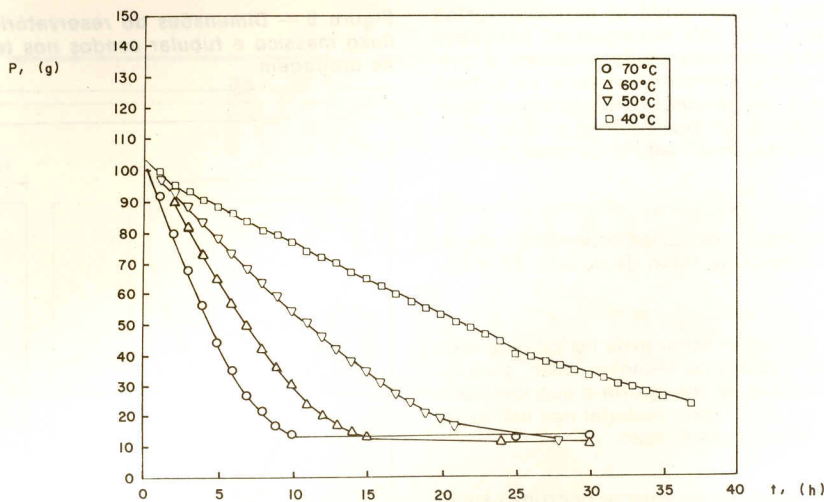
Para obtenção de curvas de secagem relacionando peso em função do tempo, utilizou-se uma termobalança esquematizada na Figura 2. Cada teste utilizou 100g de turfa extrudada com Dp = 3,4 ou 6,9mm, formando uma camada de 20mm no prato da balança; que era desidratada até peso constante. A estufa era regulada na temperatura desejada, e as leituras efetuadas em intervalos de quinze minutos. Os teores de umidade inicial e final das amostras dos testes eram determinadas após secagem por duas horas em uma estufa a 105°C (5).

Nos testes de secagem em estufa solar, cujo modelo foi construído e instalado no telhado da Escola de Química da UFRJ, foi utilizada turfa extrudada disposta em duas bandejas, com espessura de torta de 20mm, conforme nos mostra a Figura 3. As amostras eram colhidas no início da manhã e ao fim da tarde, e os teores de umidade eram determinadas de maneira análoga ao caso da termobalança.

#### Resultados experimentais e discussão

A Figura 4 apresenta os dados de secagem da turfa de Jacarepaguá indicando que nas temperaturas de 70, 60, 50 e 40°C os tempos de secagem até a região de peso constante de cada curva foram, respectivamente, 10, 15, 24 e 48 horas. A Figura 5 apresenta dados de secagem para a turfa de Campos

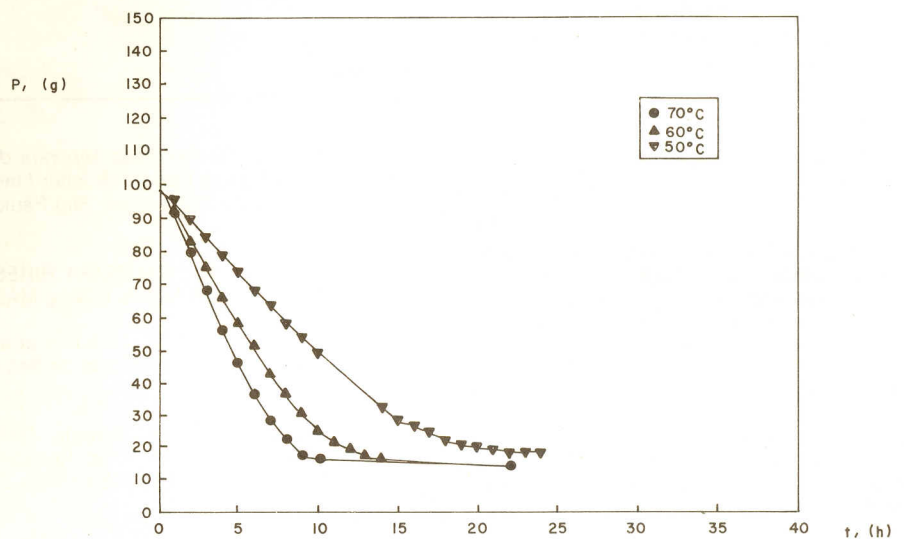




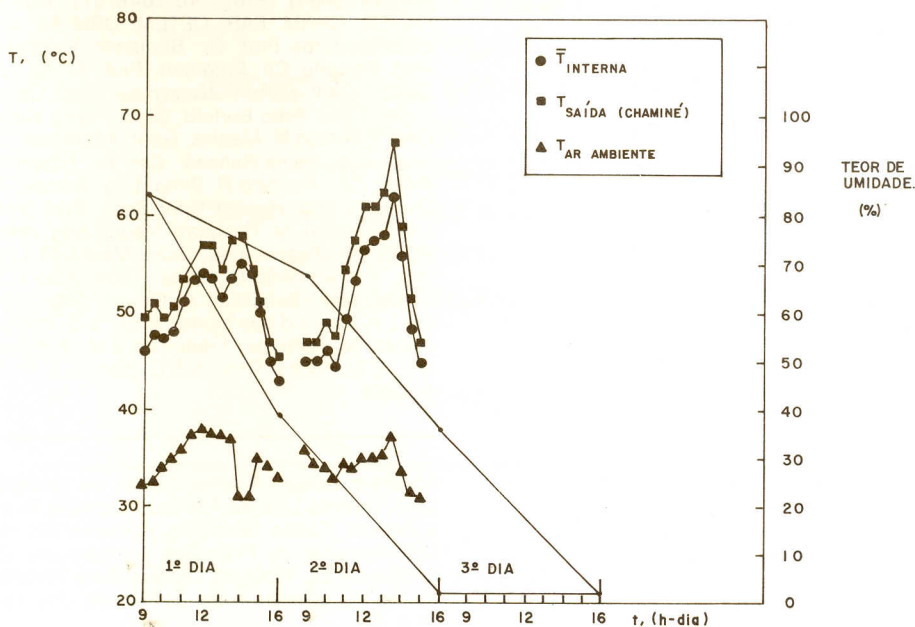
**Figura 4 — Curvas de secagem em termobalança de turfa extrudada com diâmetro de partículas 6,9mm e espessura de torta 20mm, oriunda de Jacarepaguá, RJ**

indicando resultados semelhantes. Ambas as turfas forneceram curvas equivalentes para os diâmetros de partícula de 3,4mm e 6,9mm, sugerindo a hipótese de que diferentes comportamentos seriam obtidos caso os furos do extrusor fossem bem maiores, por ex.: 2 ou 3 cm.

A Figura 6 apresenta resultados da secagem solar da turfa de Jacarepaguá, na estufa completa, isto é, com pré-aquecedor de ar constituído de dois módulos em série. Na Figura 6 verifica-se que a torta superior secou em dois dias por incidência direta e refletida da radiação solar e seu teor de umidade foi reduzido de 85% para 25%. A bandeja inferior sofreu o efeito de sombra acentuadamente no primeiro dia conforme constatação visual e este fenômeno é sugerido pela diferença das inclinações das curvas de redução de umidade. A torta da bandeja inferior secou até 2,0% em três dias. Apesar da sensível contração do material devida à perda de água e substâncias voláteis, liberando áreas de penetração de luz solar sobre a turfa da bandeja inferior, as curvas de secagem não se superpuseram no segundo dia de secagem, sugerindo a possibilidade de ser o meca-



**Figura 5 — Curvas de secagem em termobalança de turfa extrudada com diâmetro de partículas 6,9mm e espessura de torta 20mm, oriunda de campo, RJ**



nismo interno de fluxo de líquido o responsável pela velocidade de secagem. Isto é, mesmo que se aumente a quantidade de calor adicionada ao ambiente interno da câmara a velocidade de secagem independe desta variação e só dependerá do tipo de material úmido.

A Figura 6 revela que a temperatura média interna da câmara oscilou entre 46 e 55°C no primeiro dia e no segundo dia atingiu 62°C acrescentando evidências para a validade das hipóteses anteriores. Esta tendência térmica indica a possibilidade da estufa de secagem solar ser operada com várias bandejas (por exemplo, cinco) com a substituição cíclica de material dos níveis superiores enquanto a turfa das inferiores estiver secando.

Ainda na Figura 6 observa-se que o modelo de "estufa de secagem solar" obtinha, a princípio, ganhos de temperatura da ordem de 12°C para material úmido sobre a temperatura do ar ambiente, medidos em bulbo seco.

A Figura 7 apresenta os resultados da secagem solar de turfa oriunda de Campos, RJ, também para diâmetro de partículas 6,9mm e com uso de dois módulos pré-aquecedores em série. A turfa da bandeja superior reduziu seu teor de umidade de 85% para 10,46% em dois dias e até 73 em três dias. O material da bandeja inferior partiu de 87% de umidade inicial e atingiu os níveis de 81% no primeiro dia, 67% no

**Figura 6 — Curvas de secagem de duas bandejas superpostas contendo turfa extrudada com diâmetro de partículas 6,9mm, com uso de dois pré-aquecedores em série, oriunda de Jacarepaguá, RJ**



segundo e 12,5% no terceiro. Estes perfis de secagem podem ser atribuídos à natureza oleosa da turfa de Campos. Por outro lado, a elevação progressiva dos níveis de temperatura média interna e da saída na chaminé acrescentam evidências para o uso cíclico e alternado de várias bandejas no modelo de "estufa de secagem solar" empregado (6).

A Figura 8 apresenta a geometria e as dimensões do reservatório de fluxo mássico e do tubo empregado para verificar a redução de água por drenagem durante a estocagem de turfa úmida. Os resultados iniciais indicaram que a turfa úmida, apenas desagregada, sem nenhuma conformação mecânica, pode perder de 10 a 30% do teor umidade inicial em base úmida por drenagem e evaporação no topo, após 5 dias de estocagem. A turfa de Jacarepaçu, aparentemente, perde 10% no início da operação de estocagem (enchimento do reservatório), porque não possui oleosidade capaz de obstruir a percolação da água.

## Conclusões

- A redução do teor de umidade de turfas fibrosas removidas da turfeira e estocadas em reservatórios tipo fluxo mássico pode ser da ordem de 10 a 30% em base úmida, após 5 dias de estocagem.

- A "estufa de secagem solar" permite reduzir teores de umidade para menos de 10%, em base úmida, em três dias, no caso de duas bandejas, com espessura de torta extrudada 2cm e  $D_p = 6,9\text{mm}$ , para turfas sem oleosidade.

- Não é recomendável extrudar turfas oleosas, pois são necessárias pressões maiores e, portanto, custos maiores. É preferível apenas remover o material da turfeira e deixá-la em repouso, tanto durante a estocagem prévia em reservatórios quanto sobre bandejas de uma "estufa de secagem solar".

- A secagem de turfas depende do mecanismo interno de fluxo de líquido do material.

- É vantajoso secar turfa no local da lavra usando "estufas de secagem solar" para reduzir o custo de transporte e economizar o consumo do próprio material nas usinas de combustão e gaseificação.

- As reduções de volume ocorridas sugerem a necessidade de um estudo complementar da secagem de briquetes cilíndricos, tijolos ou bolas em tamanhos ou pesos diversos para cada tipo de turfa, visando aproveitamento econômico.

## Referências

- (1) FRÓES ABREU, S.; *Recursos Minerais do Brasil*, Vol. II Editora Edgard Blücher / Instituto Nacional de Tecnologia, São Paulo, 1973.
- (2) ZAKON, A.; A.C.O.; CALDEIRA PIRES, A.L.A.; MOREIRA DA SILVA, E.N.; e MASCARENHAS, B.J.G.; *Estufa de Secagem Solar*, Trabalho apresentado no V Encontro Nacional de Secagem, Lavras, 1985
- (3) MASCARENHAS, B.J.G.; *Projeto Turfa combustível — Secagem Solar*, Relatório Técnico, Proc. CNPq 40.1646/81, Rio de Janeiro, 1983.

Figura 8 — Dimensões do reservatório de fluxo mássico e tubular usados nos testes de drenagem

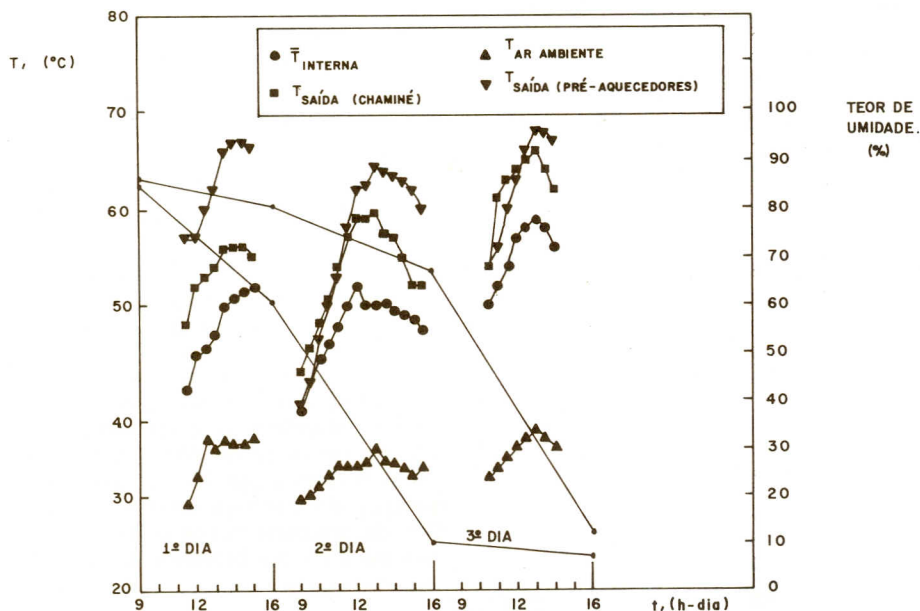
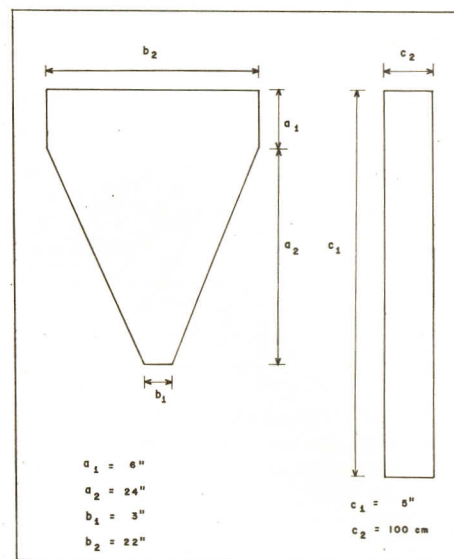


Figura 7 — Curvas de secagem de duas bandejas superpostas contendo turfa extrudada, com diâmetro de partículas 6,9mm e com uso de dois pré-aquecedores em série, oriunda de Campos, RJ

- (4) SABE DA ROCHA, A.L.; LAUS, A.C.O.; MOREIRA DA SILVA, E.N.; *Uso de turfas para processos de combustão e gaseificação*, Trabalho apresentado na VI Jornada Interna de Iniciação Científica, CCMN-CT/UFRJ, 1983.
- (5) CALDEIRA PIRES, A.L.A.; LAUS, A.C.O. e COUTO DOS SANTOS, R.N.S.; *Curvas de secagem de turfas numa termobalança*, Trabalho apresentado na VI Jornada Interna de Iniciação Científica, CCMN-CT/UFRJ, 1983.
- (6) GIACOMIN AZEVEDO, A.C.; *Secagem de duas turfas fluminenses*, Trabalho apresentado na VIII Jornada Interna de Iniciação Científica, CCMN-CT/UFRJ, 1985.

*Agradecimentos* — Pela postura exemplar de educador e apoio, especialmente, ao Prof. Bernardo J. G. Mascarenhas, responsável pelo projeto *Turfa Combustível-Secagem Solar*; ao CNPq (Proc. 40.1646/81), FUJB-LADEQ, CPRM, FAB, CETEM, DRM-RJ; aos colaboradores Prof. Dr. Benjamin Valdman, Prof. Roberto Ch. Petersen, Prof. M. Sc. Jo Dweck, Geól. Edison Suszczyński, Geól. Oscar Fuller, Geól. Arno Bertold, Geól. Flávio Klein, Geól. Aderson M. Martins, Geól. Ademilson da Silva, Bibl. Sonia Ronzani, Cel. Av. Edson C. Alves, Cel. Av. Italo R. Pinto, Eng. Antonio R. Campos, Eng. Regina C.M. Silva, Bibl. Vera L.V. Carvalho, Sr. Pasquale Mauro, Eng. Antonio G. Marchezoni, Eng. Quím. Maia L.M. Lastres, Sr. Sebastião F. Souza, Técn. João R.S. Costa, Técn. Sebastião A. Girardi, Srta. Mária L.A. Costa e aos alunos Abdo. L.S. Rocha, Albina N. Terêncio, Francisco J.M. Antunes, Luiz C.L. Rocha, Rosa N.S.C. Santos e Thaís A. Leite.

Abraham Zakon, Antônio Carlos de Oliveira Laus, Antônio Luiz de Azevedo Caldeira Pires e Antônio Carlos Giacomini Azevedo são do Departamento de Processos Inorgânicos, da Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro — Ilha da Cidade Universitária, RJ.