

CONSIDERAÇÕES SOBRE A TURFA NO BRASIL

Luis Marcio Arnaut de Toledo *

Resumo

O estudo se propõe fazer uma revisão bibliográfica sobre esse importante energético que é a turfa, abordando-a nos aspectos gerais de sua formação, caracterização, lavra, beneficiamento e aplicação comercial para a produção de energia, na agricultura e em outras atividades. Por fim, estudará a turfa no Brasil. O objetivo principal é fazer um apanhado geral sobre o que já foi pesquisado no Brasil sobre essa fonte de energia.

Abstract

The study propose itself to do a bibliographical review about that important energetic that is the turf, boarding it in the general aspects of its formation, characterization, tillage, benefitment and commercial application for the energy production, in the agriculture and in other activities. Finally, it will study the turf in Brazil. The main goal is to do a general summary about what has already been researched about that source of energy, in Brazil.

Introdução

Este estudo faz uma revisão bibliográfica

sobre a turfa nos aspectos gerais de sua formação, caracterização, beneficiamento e lavra, sua aplicação comercial em termos energéticos, agrícolas e outras e, finalmente, da turfa no Brasil. O objetivo principal deste trabalho é fazer um apanhado geral do que já foi pesquisado no Brasil. Portanto pretendeu-se fazer menção a todos os aspectos determinantes do assunto, desde um breve histórico da formação e utilização da turfa, passando por uma descrição tecnológica de sua exploração, chegando até alguns comentários sobre sua condição atual de viabilidade.

Procurou-se, com isso, apresentar um texto bastante informativo, principalmente no que concerne aos dados apresentados das reservas de turfa. Sabe-se que essas reservas podem ter tido seus valores alterados ao longo do tempo, principalmente em países que continuam a exploração do material turfáceo. Portanto, são dados bastante desatualizados e até contraditórios, levando em conta apenas os aspectos quantitativos.

O estudo será dividido em nove partes, assim denominadas: 1. Considerações gerais sobre a turfa; 2. Formação da turfa; 3. As características da turfa; 4. Fatores determinantes para lavra e beneficiamento da turfa; 5. Tecnologias para a produção de turfa; 6. Aplicação comercial da turfa; 7. Principais usos energéticos da turfa; 8. Aplicações e sub-produtos da turfa; 9. A turfa no Brasil.

* Docente da UNIPAR.

1. Considerações gerais sobre a turfa

A formação dos combustíveis fósseis teve origem há milhões de anos, quando fenômenos naturais provocaram a acumulação de quantidades consideráveis de matéria orgânica na superfície do solo. Esses depósitos orgânicos foram encobertos por novas camadas ao longo do tempo, o que proporcionou transformações químicas importantes para a formação desses combustíveis. Como produto dessa cadeia de transformações, encontram-se o carvão mineral, o linhito e a turfa. De outra cadeia, originaram-se o petróleo, o gás natural e o folhelho betuminoso.

A turfa é parte do estágio incipiente da formação do carvão mineral, sendo considerada um mineral formado nos últimos dez mil anos, resultante do atrofiamento e da decomposição incompleta de material lenhoso e de arbustos, musgos e líquens em condições de umidade excessiva. Dessa forma, a turfa está associada a zonas pantanosas ou encharcadas e constitui uma suspensão quase coloidal em 80% a 95% de água. Foi reconhecida como fonte de energia nos séculos XVI a XVIII na Finlândia, na antiga União Soviética e na Irlanda e seu uso se dava principalmente para aquecimento e uso doméstico (AGUIAR, 1987).

Os primeiros pesquisadores da turfa são finlandeses, da Academia de Turko. Pehr Adrin Gadd (1727-1797) foi o primeiro a propor um sistema classificatório e um de determinação da qualidade da turfa na jazida. Em 1759, Gadd e Pehr Kalm (1716-1779) publicaram, então, um trabalho sobre o uso da turfa como combustível e em 1763 estabeleceram um método para a drenagem das zonas turfosas, viabilizando a agricultura e o reflorestamento nas áreas drenadas. Já na primeira metade do século XIX, fez-se a primeira grande drenagem de turfeira na Finlândia para reflorestamento. Desde então, de um total de dez milhões de hectares de zonas turfosas naquele país, cerca de 5,3 milhões de hectares foram drenados e transformados em floresta.

Os primeiros briquetes de turfa foram produzidos em 1865, em Hodgson (Irlanda), mas em 1870 sua produção foi interrompida devido à concorrência do carvão produzido na Inglaterra

vizinha. Somente 50 anos depois a exploração da turfa na Irlanda foi reiniciada, mas com a utilização de equipamentos vindos da Alemanha. Em 1934, foi criada a empresa estatal *Turf Development Board*, que seria responsável, então, por quase toda a produção de turfa na Irlanda. Segundo, AGUIAR (1987), cerca de 18% da energia produzida neste país é obtida a partir da turfa atualmente.

O uso da turfa na Alemanha data de 120 anos (AGUIAR, 1987), hoje 130 anos aproximadamente. Tem sido utilizada nesse período como combustível em ferrovia, na fabricação de cerâmica e de vidro. Em 1923, o consumo de turfa naquele país atingiu 3 milhões de toneladas, mas em 1977 a demanda reduziu-se a 221.000 toneladas com a finalidade exclusiva para o uso agrícola.

A programação de produção de turfa na Suécia é de 6 a 8 milhões de metros cúbicos, o que equivale de 15 a 20 TWh/ano a ser atingida até o final da década de 1990, segundo AGUIAR (1987).

A produção mundial de turfa em 1983 estava estimada em 414 milhões de toneladas, das quais 19% usados como combustível e para usos agrícolas. A antiga União Soviética era o maior produtor mundial nessa época, 96% da produção mundial. A previsão da demanda estava prevista para 480 milhões de toneladas de turfa em 1990 e 590 milhões de toneladas no ano 2000, com uma taxa de crescimento anual de 2,1% (DAVIS, 1985).

A produção de turfa no ano de 1983 e a capacidade estimada de produção para os anos de 1983, 1984 e 1990, segundo DAVIS (1985). O autor mostra que em 1990, a estimativa de produção mundial de turfa era de 431 milhões de toneladas, mas infelizmente, por falta de dados, torna-se impossível confrontar esses dados estimados em 1985 com a produção efetiva de 1990.

2- A formação da turfa

A formação de uma turfeira se caracteriza por um processo que se inicia pela decomposição de detritos vegetais. Algas e outras plantas aquáticas constituem as camadas que dão base à turfa.

Gramíneas, ciperáceas, juncos e até árvores tomam conta de toda a margem dessa depressão, formando um pântano. Toda a acumulação orgânica coberta pela água acaba gradativamente se transformando em turfa. Geralmente, encontram-se camadas bastante decompostas, o que indica um extenso período de precipitação de água. Esses estratos mais inferiores do perfil de uma turfeira são formados por plantas do nível da água, portanto, são mais coloidais e não contêm materiais fibrosos ou de madeiras. Nos estratos superiores, formados por plantas que crescem acima do nível da água, esses materiais são abundantes. Dependendo da origem, da variedade de plantas formadoras e do grau de decomposição, turfas de diferentes tipos são formadas. Qualitativamente, então, AGUIAR (1987) e NUCCI (1985) afirmam que a turfa pouco decomposta se assemelha à matéria vegetal, enquanto a turfa fortemente decomposta se assemelha ao carvão jovem (linhito). A matéria orgânica pode variar consideravelmente em composição, desde a fórmula empírica $C_{1200}H_{813}O_{389}N_5S$ para a turfa pouco decomposta até $C_{293}H_{489}O_{20}N_{15}S$ para a turfa muito decomposta.

A formação de uma turfeira é função de um sistema geomorfológico. A CESP (1985) explica que a baixa oxigenação do meio aquoso é fundamental para a preservação e evolução da matéria orgânica depositada para a sua formação. O material imerso sofre a atuação de bactérias, fungos e outros microrganismos aeróbicos que destroem a matéria orgânica nos vegetais mortos. Esse processo de oxidação e biodegradação caracteriza a evolução energética fóssil da matéria orgânica vegetal, levando ao desaparecimento da estrutura dos vegetais originais, perda de oxigênio e hidrogênio e enriquecendo o carbono.

A CESP (1985) indica dois processos conhecidos de formação de turfeiras. O primeiro processo é o tipo mais comum no hemisfério norte. A turfa encontrada no Brasil, segundo o mesmo autor, forma-se nas áreas baixas dos vales estuários dos rios, sujeitas a inundações constantes e com condições de drenagem precárias. As águas estagnadas nessas áreas favorecem o aparecimento e crescimento de musgos,

acúmulo e evolução fóssil dos vegetais mortos.

3. As características da turfa

Classificar a turfa é agrupá-la sistematicamente em classes ou tipos uniformes. Os métodos mais utilizados de classificação é baseado nas origens vegetais que a constituem. Dessa forma, a palavra turfa (*peat*, em inglês) vem precedida pelo nome do vegetal original, como por exemplo: *Sphagnum peat* ou a turfa de musgos. Nos Estados Unidos, a classificação é baseada principalmente no grau de decomposição e na quantidade de fibras vegetais do material. Dessa forma, a CESP (1985) apresenta as seguintes classes:

- **turfa fibrosa:** o tipo menos decomposto, com grande quantidade de fibras e baixa *dry bulk density* - DBD (peso do material seco/volume *in situ*);

- **turfa hêmica:** moderadamente decomposta, com valores intermediários de DBD, saturada de água e com quantidade média de fibras;

- **turfa sáprica:** altamente decomposta, com valores mais elevados de DBD, baixo conteúdo de fibras e saturada de água.

A decomposição da turfa é traduzida em grau de humificação (H), isto é, o estado físico-químico de conversão dos vegetais originais em matéria sólida amorfa, não fibrosa. O grau de humificação H é estimado pelo método Von Post, numa escala de 1 a 10. O método consiste na compressão manual de uma porção de turfa e observação de:

- presença de água;
- quantidade de água;
- coloração da água;
- quantidade de material que escapa através dos dedos;
- conteúdo das fibras vegetais;
- dimensões das fibras vegetais, etc. (CESP, 1985).

SHIMADA et al. (1981) afirmam que a turfa com qualquer grau de humificação sempre será rica em carbono e oxigênio e pobre em nitrogênio.

Segundo a CESP (1985), a classificação das turfas pode ser feita também segundo os seguintes aspectos, baseados em experiência de países tradicionalmente produtores. O autor especula que se deve buscar uma classificação mais específica para a turfa brasileira, da seguinte forma:

- **quanto à natureza do material turfáceo:** turfa de microflora; turfa fibrosa; e turfa lenhosa;

- **quanto ao aspecto físico *in natura*:** turfeiras aquosas ou *mudde-torf*; turfeiras semi-secas; turfeiras litificadas;

- **quanto ao ambiente geológico de origem:** turfeiras fluviais interioranas; turfeiras límnicas; turfeiras paleodeltaicas; e turfeiras mesomarinhas costeiras;

- **Quanto ao meio ecológico natural:** turfas antrópicas; e turfas naturais.

Existe ainda mais uma classificação de turfas, de acordo com os diferentes tipos e possibilidades de seu emprego. Podem ser avaliadas, determinando os seguintes aspectos, baseado ainda em Shimada et al. (1981) e CESP (1985):

- **Umidade:** determina-se a massa de água existente na sua amostra original (%). É um dado importante para futuros trabalhos de preparação dos depósitos para a lavra, quando os mesmos serão drenados para redução da umidade, permitindo assim o acesso de máquinas;

- **Teor de cinzas:** corresponde à porcentagem de compostos minerais que permanecem após calcinação completa do material a 800°C. As plantas possuem em média 0,6% de matéria mineral e as águas alimentadoras das turfeiras trazem minerais em solução ou dispersão, ou até mesmo no próprio substrato sobre o qual o depósito se formou. O teor de cinzas constitui um sério fator limitante na utilização da turfa como combustível, uma vez que influi negativamente no funcionamento dos equipamentos de queima e varia na razão inversa do poder calorífico;

- **Teor de enxofre:** corresponde à porcentagem do elemento na amostra. Foi sempre determinado juntamente com o poder calorífico superior, pois um alto teor de enxofre constitui séria limitação na utilização da turfa como combustível;

- **Poder calorífico superior (PCS):** estabelece o conteúdo energético da turfa, expresso em kcal/kg, através da combustão da matéria orgânica da turfa. É um dado importante, juntamente com o *Dry Bulk Density*, para o cálculo do conteúdo energético da turfa por unidade de volume, geralmente expresso em MWh/m³. Quanto maior o poder calorífico, mais importante a turfa será para o uso como combustível;

- **Carbono fixo e matéria volátil:** a quantidade de carbono e de matéria volátil quantifica a matéria orgânica contida na turfa. O carbono presente está ligado ao hidrogênio e oxigênio em vários graus. A matéria volátil é composta pela fração orgânica que se volatiliza com formação de gases diversos (CO, CO₂, H₂, CH₄ e hidrocarbonetos superiores) ao ser submetida a 950 °C por um período de 7 minutos. A finalidade prática da realização dessa determinação é a de obter um dado que forneça a idéia da quantidade de gás formado, quando tal material é submetido à pirólise (processo químico pelo qual a turfa é submetida para a obtenção de coque, alcatrão e gás);

- **Dry Bulk Density (DBD):** representa a massa do material seco dividido pelo seu volume *in situ* (g/cm³). É um dado fundamental no cálculo do conteúdo energético da turfa por unidade de volume. A DBD pode ser determinada somente nos testemunhos indeformados.

Os autores comentam que existem ainda outros ensaios que podem ser realizados, menos rotineiros, mas que dependem do tipo de turfa em que se está trabalhando e que se pretende classificar. Esses ensaios podem ser de análise elementar de substâncias, temperatura de amolecimento e fusão de cinzas, determinação dos ácidos húmico e fúlvico entre outros.

4. Fatores determinantes para lavra e beneficiamento da turfa

A turfa no estado natural virgem possui um teor de água superior a 90%. A matéria turfácea por

si só compõe menos de 10% de um determinado depósito. Portanto, é importante a diminuição do volume de água para que a matéria-prima se torne um produto comercializável. É evidente que, para isso, se deve lançar mão de métodos de baixo custo, como o aproveitamento da gravidade para escoar, a evaporação através de energias naturais, como insolação e ventilação.

Segundo LENZ (1984), 1 m³ de turfa dentro de um depósito, com teor de 95% de água, por exemplo, com peso específico de 1 g/cm³, contém 950 kg de água e 50 kg de massa seca (turfa e cinzas) ou 19 partes de água para 1 de massa seca. Essa água se distribui em 12 partes (ou 600 litros) de água livre, com ligações somente mecânicas, e segue a gravidade e pode ser drenada do depósito, principalmente através de desníveis. Caso não haja desníveis, o valor real do depósito está seriamente comprometido.

A drenagem pode ser usada com os seguintes objetivos:

- viabilizar comercialmente uma turfeira;
- retirar de grande quantidade de água;
- estabilizar o corpo da turfa, para que se possa

lavrá-la;

- impedir a realimentação do depósito por via lateral, através de infiltração e afluxo de barrancos.

A turfa não drenada, quando sujeita à compressão mecânica, apresenta reações pseudotixotrópicas, ou seja, ocorre uma liquificação sem consolidação imediata posterior, comprometendo ainda mais a estabilidade do depósito.

Quando uma drenagem é bem executada, o teor de água cai para 87%, num período de 2 a 4 anos. A perda de massa líquida resulta em compactação e encolhimento da turfeira, estabilizando o depósito e possibilitando até a entrada de máquinas leves, exercendo pressão de 90 a 120 g/cm³ na extração. Após essa drenagem completa, a turfa contém ainda 7 partes de água, para cada parte de massa seca. Essa água está compreendida na forma de:

- água capilar;
- água coloidal; e
- água celular.

Removida por secagem ao ar livre, pode-se conseguir turfa seca ao ar com menos de 20% de água, dependendo da umidade relativa do ar em que está secando.

O consumidor industrial de turfa exige um produto de qualidade homogênea. Por esse motivo, a escolha do processo de lavra deve considerar as heterogeneidades inerentes à matéria-prima. Por isso, o método escolhido deve compreender a escavação do perfil como um todo, todas as camadas de turfa fibrosa, semidecomposta, preta e gelatinosa ao mesmo tempo.

5. Tecnologias para a produção de turfa

A produção da turfa é definida por AGUIAR (1987) como sendo:

- extração;
- mineração;
- lavra; e
- colheita.

Na Finlândia e nos países da antiga União Soviética, países tradicionalmente produtores, o preparo do campo para produção da turfa levava de 2 a 5 anos e para a extração 20 anos. O autor comenta que a exploração de uma turfeira deve ser produto de um planejamento visando um projeto integrado de lavra e colheita, mas também de aproveitamento da área minerada ou esgotada em agricultura, agropecuária, reflorestamento, piscicultura e outros tipos de aquacultura, recreação etc., evitando impactos ambientais.

Para a produção da turfa em escala industrial, utiliza-se o método da colheita seca, que obtém produtos com umidades entre 40% a 60%, ou com o método de colheita da turfa úmida.

A exploração de uma turfeira se dá basicamente da seguinte forma (AGUIAR, 1987):

- preparo da área através da limpeza do terreno e abertura de canais de drenagem;

- dependendo do uso da turfa, seleciona-se o método de colheita e estabelece-se o equipamento a ser usado. O método da colheita seca é mais utilizado onde se pode aproveitar os recursos naturais para a drenagem do material turfáceo, utilizado em países tropicais. O método da colheita úmida é utilizado onde as condições climáticas e de drenagem natural são adversas. É pouco utilizado no mundo, mas alguns países da antiga União Soviética já usaram bastante esse método, juntamente com o Canadá;

- divide-se a turfeira em campos de produção, limitados por canais de drenagem paralelos, espaçados de 10m a 40m, sendo mais comum o espaçamento de 20 metros;

- define-se o sistema de estocagem, manuseio e transporte na área de produção e posteriormente até os pontos de utilização.

Os métodos convencionais via seco são utilizados no mundo todo. A antiga União Soviética, Irlanda e Finlândia são os grandes responsáveis pela utilização de turfa para geração de energia e o processo de produção por escarificação do material turfáceo corresponde entre 90% a 95% da turfa produzida. Por isso apresentam-se-ão as etapas necessárias para a extração de turfa via seca, que pode ser escarificada ou extrudada, baseado em CESP (1985):

- pesquisa inicial e plano de extração;
- preparação do campo: desmatamento e drenagem;
- extração: escarificação ou extrudagem, revolvimento para acelerar a secagem, amontoamento para facilitar coleta e a coleta propriamente dita;
- estocagem na turfeira;
- carregamento e transporte para o depósito do consumidor.

Descrevem-se abaixo os processos de lavra das turfás escarificada e extrudada produzidas por via seca (CESP, 1985):

- **Turfa escarificada:** é produzida pela coleta de uma pequena camada superior, com espessura

aproximada de 1 cm, que apresenta teor de umidade em torno de 40%, resultante da secagem por energia solar. A coleta pode ser realizada por meios mecânicos ou pneumáticos. Depois de coletada, é estocada no próprio campo de produção, tomando-se o cuidado de compactar para evitar incêndios e reumidificação por chuvas ocasionais. A produção de turfa escarificada requer um clima com baixíssima ocorrência de chuva, umidade relativa do ar constantemente abaixo de 70% e grandes áreas de ocorrência de turfa. Os equipamentos necessários são complexos e o ciclo de produção se repete a cada 2 ou 3 dias. Normalmente, o custo de produção da turfa escarificada é inferior ao da turfa extrudada.

- **Turfa Extrudada:** é produzida através de um equipamento acoplado a um trator que efetua o corte, a coleta e a extrudagem em tarugos de 2, 5 a 3 polegadas de diâmetro. A turfa recém-extrudada, com 80% de umidade retorna à superfície da turfeira para continuar o processo de secagem por energia solar. A secagem possibilita a formação de uma película semi-impermeável que protege os tarugos de turfa extrudada contra chuvas ocasionais de baixa intensidade. A turfa extrudada é retirada do campo de produção quando a umidade estiver em torno de 50% ou menos e estocada na própria turfeira, para posterior transporte ao consumidor. O ciclo de produção é estimado em 5 a 10 dias e os equipamentos são mais simples do que os utilizados para a técnica anterior, pois podem ser adaptados de máquinas agrícolas. Essa técnica se aplica a pequenas áreas, com clima de poucas chuvas e umidade média relativa do ar abaixo de 70%.

As principais características de cada técnica de produção são mostradas resumidamente na tabela 3, com dados de investimentos e custos em dólar já ultrapassados, mas podem dar uma idéia das condições de viabilidade dos dois métodos de produção de turfa via seca.

Para as condições brasileiras, o autor comenta que a produção de turfa extrudada seja a mais recomendada. Como em todo o empreendimento mineral, a produção de turfa requer um detalhado estudo dos impactos ambientais, que porventura

possam ser ocasionados, para determinar os melhores métodos de mineração e controle desses impactos, assim como para permitir o uso posterior da área minerada. MOTTA et al. (1982) afirmam que os melhores resultados de sua pesquisa com turfa brasileira foram obtidos com a extrusão da turfa, com cilindros de 30 mm de diâmetro com 28% de umidade, utilizados com êxito nos processos de gaseificação e combustão.

Os países nórdicos já procuram viabilizar os processos de carbonização em via úmida para turfa, processos de desaguamento mecânico e processos térmicos de secagem.

O uso da turfa no Brasil ainda é novidade, mesmo na agricultura ou como matéria-prima para a indústria química. Até a década de 80 o interesse despertado em escala industrial estava voltado exclusivamente à sua possível utilização como alternativa energética. AGUIAR (1987) afirma que a produção de turfa por métodos manuais é possível e pode até ser econômica, sobretudo para uso doméstico local, mas a abundância de floresta nativa impede a introdução da turfa no uso doméstico.

6. Aplicação comercial da turfa

Atualmente, a turfa tem tido aplicação nos setores da agricultura, energia, metalurgia e filtros. De acordo com LENZ (1984), far-se-á um breve comentário sobre a aplicação da turfa nestes setores.

As vantagens do uso da turfa na agricultura foram reconhecidas apenas no século XX e somente a partir de 1904 a indústria começou a criar produtos de origem de turfeiras para este uso. Naquele tempo, apenas algumas poucas companhias se encorajavam para se aventurar no ramo. Produziam poucas centenas de toneladas anualmente. Entretanto, a indústria expandiu enormemente e, em 1983, 83 companhias produziam 704.000 toneladas de turfa para o uso agrícola (DAVIS, 1985).

A turfa usada na agricultura é considerada um produto nobre. Ela serve como substrato para culturas

hortifrutigranjeiras e de jardinagens. É produzida em larga escala em países do Hemisfério Norte, a partir de turfa pouco decomposta, que contém principalmente musgos e liquens. Pode ser enriquecida com substâncias nutritivas para cultivos específicos, conforme encomenda.

De acordo com NUCCI (1985), a turfa usada na agricultura é geralmente pouco humificada (grau de humificação de 1 a 2). Aquela resultante de musgos, quando pouco humificada, pode ser utilizada em estufas, para cultivo direto de hortaliças sobre as mesmas, após correção de acidez e adubação adequada. Quando adicionada a solo com pouca ou nenhuma matéria orgânica, melhora sensivelmente a sua capacidade de retenção de água, tornando-o mais adequado às atividades agrícolas. A turfa de musgo é utilizada na Irlanda, Finlândia e antiga União Soviética no setor hortigranjeiro para:

- semeaduras, germinação e proteção das sementes;
- fixação de fertilizantes; e para
- manutenção de temperaturas e umidades para as plantas e outros usos.

Em países onde há deficiência de fontes energéticas, a turfa é utilizada para suprir essa deficiência para gerar energia elétrica e energia térmica industrial e doméstica. Os principais inconvenientes do uso da turfa para esse fim são:

- custos altos para retirada da água da turfa, que chega a 90% de sua composição;
- custos de transportes, que permitem seu uso somente em distância próxima do depósito; e
- no processo de combustão direta, as cinzas podem vitrificar e sintetizar nas grelhas, ocorrendo também a possibilidade de explosão da poeira durante a moagem e transporte aos silos. O Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT realizou pesquisas sobre a turfa brasileira do estado de São Paulo sobre os aspectos geológicos e de lavra. Nos seus testes de aproveitamento do material em gaseificadores e queimadores, o IPT conclui que a obtenção de gás combustível comparável ao carvão mineral é viável. A figura 1 mostra um fluxograma do processo utilizado

para a preparação da turfa para os testes de queima e gaseificação realizados por aquele instituto.

Entretanto, turfa com até 50% de cinzas tem sido utilizada em processos mais modernos de gaseificação em reatores de leito fluidizado, produzindo um gás de baixo a médio poder calorífico utilizado na produção de energia térmica e na alimentação de unidades descentralizadas de geradores

de energia elétrica em lugares isolados.

As turfas com baixo teor de cinza (por volta de 3%) sofrem o processo de carbonificação para a produção de coque de turfa. Tem sido aplicado na eletrometalurgia, devido à sua elevada pureza e também como matéria-prima na produção de carvão ativado, importante para o tratamento de águas poluídas.

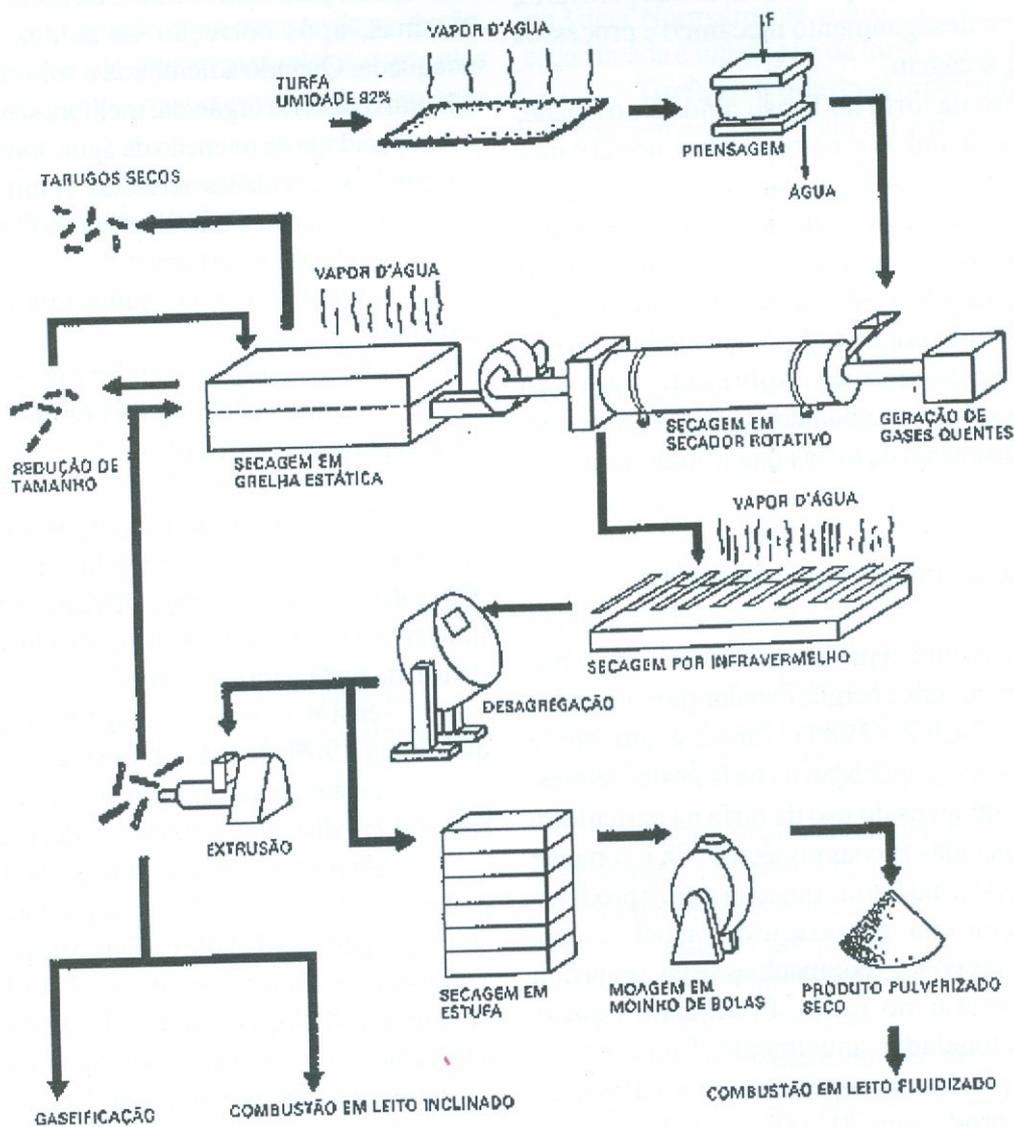


Figura 1: Fluxograma do processo para preparação da turfa para teste de queima e gaseificação
Fonte: MOTTA et al., 1982

7. Principais usos energéticos da turfa

A figura 2 apresenta os produtores mundiais de turfa energética e, a partir dela, observa-se que os países da antiga União Soviética dominam a produção de turfa energética no mundo.

A turfa na forma escarificada e extrudada é usada na geração de eletricidade, vapor e calor. Como combustível, pode ser empregada em vários processos industriais, sendo possível separar em três grupos de utilização:

- queima direta;
- processamento em briquetes, peletes ou coque; e
- conversão em combustível líquido ou gasoso.

A queima direta é responsável pela quase totalidade do volume de turfa energética consumida na Finlândia, Irlanda e antiga União Soviética.

Na Finlândia, as termelétricas fazem o aproveitamento do vapor residual em aquecimento. Têm capacidade de 100 a 210 MW. As caldeiras industriais são projetadas para usar alternativamente turfa e resíduos da indústria de madeira.

Na Irlanda, 18% da eletricidade era gerada em usinas que tinham turfa como combustível. No total da energia consumida na Irlanda em 1981 (25 milhões

tEP), a turfa participou com 2% e em 20 a 25 anos previa-se que essa participação atingisse de 7% a 8%.

A antiga União Soviética gerava cerca de 3% do total de sua energia a partir de turfa, tendo usinas com capacidade de até 750 a 1500 MW alimentadas com material turfáceo (AGUIAR, 1985).

8. Aplicações e sub-produtos da turfa

A turfa é uma matéria-prima potencial para obtenção de produtos químicos que são obtidos atualmente por outras fontes: ceras, estereóides, ácidos húmicos e carboidratos. Os betumes são os componentes da turfa que se dissolvem em solventes orgânicos aquecidos. Dependendo do solvente utilizado na extração, obtêm-se variados betumes e diferentes componentes são separados, como as ceras e as resinas. A antiga União Soviética é o único produtor de cera de turfa no mundo, com uma produção anual de 330 toneladas por ano.

A natureza complexa das substâncias orgânicas existentes na turfa faz dela uma matéria-prima única, superior ao carvão, madeira e em alguns caso ao petróleo. Acredita-se que a *turfoquímica* terá um futuro mais promissor do que a *carboquímica*. Existem os mais variados métodos de processamento químico da turfa e algumas aplicações e sub-produtos. Os centros de pesquisa

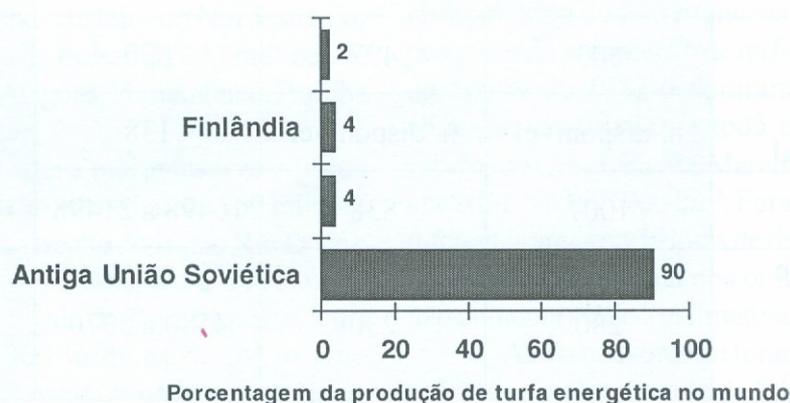


Figura 2: Países produtores de turfa energética
Fonte: AGUIAR, 1987

da Finlândia têm-se ocupado com a investigação nessa área.

Outras aplicações são citadas por Nucci (1985), como obtenção de alcatrões, açúcares, proteínas e compostos químicos e medicinais entre outros, verificados a partir de turfas com maior ou menor grau de decomposição.

MONTICELLI e BATISTA (1990) afirmam, que além do uso múltiplo na produção de derivados orgânicos e condicionante de solo, a turfa pode ser usada como absorvente de óleo derramado no mar e para filtro para esgoto.

AGUIAR (1987) comenta que a turfa é um componente energético essencialmente de uso doméstico e que a sua maior aplicação direta ou indireta dependerá da estrutura internacional do preço do petróleo, seus reflexos nas estratégias políticas de

substituição de derivados de petróleo e dos interesses de desenvolvimento de regiões isoladas que necessitam de energéticos fáceis e baratos.

9. A turfa no Brasil

Os depósitos de turfa no Brasil são classificados como turfeiras baixas, formados no período Quaternário e, segundo LENZ (1984), originaram-se em dois ambientes:

- em várzeas dos cursos baixos de rios: sobre antigos manguezais, com alguma influência marinha em camadas inferiores; e
- em baixadas paralelas à linha de costa, separadas entre diversas gerações de dunas fósseis de areia.

Tabela 1: Reservas de Turfa no Brasil

REGIÃO	Reservas <i>in situ</i> 10 ⁶ m ³			
	MEDIDA	INDICADA	INFERIDA	TOTAL
Amazônica	n. disponível	n. disponível	15000 a 20000	15000 a 20000
Nordeste oriental	n. disponível	243	200	443
Sudeste	360	64	360	784
Sul	42	n. disponível	n. disponível	42
Centro-Oeste	39	n. disponível	n. disponível	39
Mineira/Alto Rio São Francisco	263	34	n. disponível	297
Baiano-sergipana	303	497	800	1600
Nordeste Setentrional	n. disponível	n. disponível	138	138
TOTAL-BRASIL	1007	838	16498 a 21498	18219 a 23219
Equivalente a barris de petróleo (10 ⁶ barris)	280	230	4580 a 5970	5090 a 6480

DBD = 0,1 t/m³

Poder Calorífico Superior = 4000 kcal/kg

Fonte: CESP, 1985

As turfeiras brasileiras estudadas demonstram, em sua maioria, um teor de material mineral elevado. O teor de enxofre é de 1,5% e considerado como médio.

Participam as mais variadas espécies vegetais na sua composição, desde musgos, gramíneas e filicíneas até árvores de mata úmida, que contribuem para a heterogeneidade do depósito. A maior parte do perfil é constituída por turfa altamente decomposta.

As turfeiras da Bahia e do Sergipe são compostas por desenvolvimento vegetal vivo, coberto por uma lâmina de água, sem cobertura mineral. Mais ao Norte, as turfeiras em sua maior parte são fósseis. O mesmo ocorre no Maranhão, onde estão contidas numa seqüência pouco espessa, de origem flúvio-lacustre e que se desenvolveu sobre as argilas de antigos manguezais.

As reservas de turfas no Brasil são da ordem de $20 \times 10^9 \text{ m}^3$, conforme a tabela 2. De acordo com essa tabela, o autor comenta sobre as diferentes regiões turfáceas brasileiras:

- **Região Amazônica:** os dados disponíveis são referentes apenas às reservas estimadas ou potenciais, sendo que a turfa apenas foi detectada nessas zonas. O interior do Amazonas é tido como grande possuidor de turfeiras. Pará, Amapá e Rondônia também possuem grandes turfeiras. O autor comenta estimativas de uma reserva potencial de 15 a 20 bilhões de m^3 de material turfáceo de vários tipos nessas regiões;

- **Região do Nordeste Oriental:** compreende toda a faixa costeira do Nordeste. Foi detectada uma reserva da ordem de 243 milhões de m^3 de turfa *in situ* em Alagoas, Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte;

- **Região Sudeste:** a maior reserva inferida situa-se no Espírito Santo, na ordem de 360 milhões de m^3 de turfa *in situ*, no trecho do Baixo Rio Doce e vales adjacentes dos rios Itabapoana e Preto. No Estado de São Paulo, o vale do Paraíba possui uma reserva medida de 360 milhões de m^3 *in situ*. Destacam-se ainda depósitos situados na região do Rio Ribeira de Iguapé, no Litoral Sul e os rios Moji-Guaçu, Jacaré-Pepira e Jacaré-Guaçu. No Rio de Janeiro, destacam-se as regiões da Baixada Campista,

do Vale Médio do Rio Paraíba, da Baixada Fluminense e alguns vales fluviais do Nordeste do Estado, como o Itabapoana, Preto e outros;

- **Região Sul:** na zona Gravataí-Viamão, a Leste de Porto Alegre (RS), existe uma reserva medida de 42 milhões de m^3 . Em Santa Catarina, o autor comenta que não havia estudos sobre os depósitos turfáceos naquela região, mas que havia indícios desse em vários pontos das planícies fluviais. No Paraná, as turfeiras descobertas foram consideradas bastante valiosas na zona costeira e nas zonas interioranas do Planalto Mediano nos arredores de Curitiba e do elevado da Serra Geral;

- **Região Centro-Oeste:** as áreas ricas em turfas nessa região são aquelas do rio Araguaia e o Bananal em Goiás, que ainda não foram exploradas. Outras áreas situam-se no Pantanal Matogrossense e no Mato Grosso do Sul, junto a Dourados e vales fluviais próximos;

- **Região Mineira e Alto Rio São Francisco:** as reservas avaliadas nessa região são da ordem de 297 milhões de m^3 de turfa *in situ*, localizadas no Triângulo Mineiro, Nordeste Mineiro, Sul de Minas Gerais e Alto Rio São Francisco; e

- **Região Baiano-Sergipana:** Salvador e arredores, Canasvieiras-Belmonte e Costa Sergipana são as regiões citadas pelo autor, e elas possuem recursos estimados de 1,6 milhões de m^3 de turfa ao longo da costa dos dois estados.

Segundo AGUIAR (1987), a Companhia Hidroelétrica do São Francisco (CHESF) realizou pesquisas de prospecção de turfa no Nordeste a partir de agosto de 1983 e duraram 17 meses. A área abrangeu praticamente toda a faixa costeira dos estados do Ceará, Piauí e Maranhão, numa superfície aproximada de 95000 km^2 . Foram constatadas cinco diferentes áreas portadoras de depósitos turfáceos no Maranhão e nenhuma nos outros estados. O autor não comenta sobre a estimativa dos recursos.

Ainda no Nordeste foram pesquisadas outras regiões pela Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais (CPRM) e foram identificadas nessa pesquisa, realizada entre agosto de 1980 a maio de 1984, as seguintes regiões turfáceas:

- Ceará-Mirim, Punau, Piranhas, Trairi-Araraj, Maxaranguapé e riacho Pau Brasil (Graju), todas no Rio Grande do Norte;

- Rio Tinto e Rio Paraíba (Turfeira São Felipe), na Paraíba;

- Jabotão-Cabo, Ipojuca e Serinhaém, em Pernambuco; e

- Porto Calvo, Meirim-Pratagi e Lagoa Maguaba, no Alagoas.

No Rio Grande do Norte encontraram-se 46% do total das reservas prospectadas nesses quatro estados.

A turfa no Brasil foi até agora apenas identificada. Necessita-se de investimentos bastante consideráveis para se fazer pesquisa geológica detalhada para mensurar as reservas e definir as características das turfeiras. AGUIAR (1987) afirma que as turfas e as turfeiras de países tropicais não dispõem de um sistema de classificação para determinar a sua qualidade que seja altamente confiável. O autor comenta que são necessários programas de pesquisas geológicas para se ter maior confiabilidade e rapidez na sua execução. As turfeiras brasileiras foram naquela época identificadas com escassos programas de amostragens ou por foto interpretação e Aguiar (1987) afirma que isso é insuficiente para avaliar as reservas com precisão.

9.1 Consumo de turfa no Brasil

Na década de 30, a turfa foi descoberta no Vale do Paraíba (Estado de São Paulo) por casualidade e começou a ser usada como combustível desde aquela época. Pensou-se na substituição da lenha pela turfa, já que aquela estava desaparecendo da região, cedendo lugar aos cafezais e às pastagens. A partir de 1936, começaram a surgir publicações nacionais sobre as qualidades da turfa como combustível. A lavra da turfa para esse uso era bastante rudimentar. Os métodos de lavra não obedeciam a qualquer tipo de produção intensiva e assemelhava-se à garimpagem. O material retirado era secado ao

sol em pátios e em seguida encaminhada à Estrada de Ferro Central do Brasil para consumo em suas locomotivas, pioneira na aplicação intensiva da turfa como combustível. A Estrada de Ferro Central do Brasil (EFCB) consumiu turfa de 1942 a 1945 em substituição ao carvão mineral importado, que apresentava problemas de suprimento devido à II Guerra Mundial. A EFCB consumiu 24800 toneladas de turfa extraída do vale do Rio Paraíba do Sul naquele período. Foram exploradas também as turfeiras de Cabo Frio para consumo da Companhia Cantareira, em Niterói. Com a mesma finalidade teria sido também utilizada na Fábrica de Tecidos Taubaté, fato esse anterior à instalação de suas caldeiras elétricas. Tem-se ainda conhecimento do uso da turfa na Usina Açucareira de Porto Real, para mover suas locomotivas e alimentar suas fornalhas, complementando com bagaço de cana. A questão básica que dificultava a utilização da turfa era a baixa produção, já que não se dispunha de tecnologia de lavra (MONTICELLI e BATISTA, 1990).

Somente a partir de 1979, a turfa no Brasil começou a ser objeto de programa sistemático de pesquisa geológica, principalmente pela CPRM. Entretanto, o uso da turfa no país vem de há muito tempo.

AGUIAR (1987) comenta que as lavras experimentais implantadas no país na década de 80 forneciam turfa esporadicamente para realizar apenas teste de sondagens, para combustão e gaseificação. Diversas empresas brasileiras comercializavam a turfa para fins agrícolas, mas com condições precárias de capacidade de produção e expansão de vendas.

O consumo de turfa como insumo energético no Brasil é vinculado à capacidade de produção e viabilidade técnica e econômica de sua utilização, comparada ao óleo combustível, à madeira e ao carvão vegetal e mineral.

As turfeiras nordestinas que mais apresentam condições técnico-econômicas para serem exploradas são:

- Santo Amaro das Brotas, Sergipe;
- Barra de Carvalho - Valença, Bahia;
- Monte Alegre - Belmonte, Bahia; e
- Rio das Pontes - Conde, Bahia.

O autor estimou a seguinte perspectiva de produção e consumo de turfa no Nordeste para os anos de 1986 a 2000 apresentada na tabela 2, considerando:

- a confirmação das reservas avaliadas;
- que o método de colheita de turfa extrudada seja comprovado para as turfeiras litorâneas do nordeste;

- que os equipamentos de produção de turfa venham a ser produzidos no Brasil a curto prazo;
- o governo em conjunto com a iniciativa privada tenha interesse em introduzir a utilização desse energético.

Segundo o autor, então, no ano de 1996 a produção anual de turfa com 40% de umidade desses depósitos seria em torno de 1 milhão de toneladas.

Tabela 2: Perspectiva de Produção de Turfa no Nordeste de 1986 a 2000

Ano	Área necessária à produção (ha)	Produção anual de Turfa com 40% de umidade	
		Toneladas	Gcal
1986	15	16260	45000
1987	30	32520	90000
1988	90	97580	270000
1989	90	97580	270000
1990	90	97580	270000
1991	240	260210	720000
1992	240	260210	720000
1993	700	758940	2100000
1994	700	758940	2100000
1995	700	758940	2100000
1996	1000	1084210	3000000
1997	1000	1084210	3000000
1998	1000	1084210	3000000
1999	1000	1084210	3000000
2000	1000	1084210	3000000

com taxa de produção anual de 3.000 Gcal/ano

Fonte: AGUIAR, 1985

9.2 Pesquisas sobre a turfa no Brasil

Além dos órgãos já citados e comentados neste trabalho, como a Companhia Hidro-Elétrica do São Francisco e a Companhia Energética de São Paulo, o Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo - IPT tem também uma vasta experiência nos campos geológico e tecnológico do uso da turfa para fins energéticos, principalmente realizados nos anos 80, promovidos também pela Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia do Estado de São Paulo. Desprovidos de qualquer tradição no campo

da pesquisa geológica, extração e preparação da turfa, bem como nas áreas de aplicação, os estudos do IPT buscaram conhecer as reservas brasileiras, suas características, levantaram paralelos e experiências com as informações disponíveis de outros países, bem como estabeleceram programas de estudo e de avaliações tecnológicas.

Os dados mais importantes que se conseguiu levantar para fazer parte deste trabalho são apresentados na tabela 3, e apresentam as estimativas de reservas de turfa para o Estado de São Paulo.

Tabela 3: Estimativas de Reservas de turfa no estado de São Paulo
Reservas estimadas de turfa *in situ* (10⁶ m³)

Setor	Áreas com estudo semidetalhado	Áreas com reconhecimento preliminar	Áreas potenciais fotointerpretadas	Total por setor
Ribeira/Litoral Sul	163,8	129,0	140,0	432,8
Moji-Guaçu	13,7	38,5	-	52,8
Jacaré-Pepira Jacaré-Guaçu	12,8	-	-	12,8
Vale do Paraíba (com dados da CRPM)	236,7	-	-	236,7
TOTAL	427,0	167,5	140,0	734,5

Fonte: MOTTA et al., 1982

É interessante comentar também o resultado da pesquisa de um grupo da CPRM dos estados do Rio de Janeiro e do Rio Grande do Sul, na busca de substituição de lenha por turfa na indústria cerâmica do Estado do Rio de Janeiro. Foi estudada a turfa da reserva de Jacomé-Saquarema (RJ) e seu beneficiamento e lavra para queima em cerâmica. O trabalho resultou na identificação de uma área de turfa de 160 ha com espessura média de 2m e 70% de área lavrável, ou seja, 2,2 milhões de m³ a 90% de umidade. Em termos econômicos, a análise prévia levou à identificação de alguns ganhos em relação à lenha:

- aumento da capacidade de produção em 12%, pela diminuição do espaço entre os pacotes de tijolos;
- diminuição do percentual de tijolos requeimados em 50%;
- aumento da velocidade de queima do forno, ampliando a sua capacidade de produção pela otimização do processo; e
- desativação do setor lenha e substituição por turfa, com vantagem para esta última.

Deve-se salientar que áreas de preservação ambiental, tais como mangues e florestas nativas, vêm

sofrendo uma exploração sistemática e predatória, o que pode levar as autoridades a recorrer até a ação policial para coibir a prática ilegal do desmatamento, caso que muito pouco ocorre no nosso país em que crimes como esse são tão comuns, principalmente na região amazônica. Daí, a vantagem do uso da turfa como forma energética alternativa para a lenha (REIS et al., 1986).

Conclusão

Poucos países no mundo conhecem e exploram a turfa como recurso energético ou para outros fins. O Brasil apenas começou a emergir. A capacidade de oferta de turfa no Brasil será função de reservas de qualidade adequada e recuperáveis economicamente, de sua localização com respeito aos centros consumidores, da possibilidade de encontrar investidores interessados em produzir e negociar turfa e essencialmente de consumidores que venham a substituir o uso de óleo combustível, por exemplo, do carvão e da lenha pela turfa.

O modelo brasileiro tradicional de geração e distribuição de energia elétrica se caracteriza por unidades hidrelétricas de grande porte e uma extensa

malha de distribuição. Além de inundação de grandes áreas de terras potencialmente férteis para a agricultura, existe também o alto custo para eletrificar regiões periféricas e isoladas como nos estados das regiões Norte e Nordeste. O uso da turfa não só pode viabilizar a utilização de termelétricas, criando oportunidades de absorção de mão-de-obra regional e constituindo um fator gerador de desenvolvimento econômico, como também permitirá posteriormente o uso intensivo para a agricultura das terras onde anteriormente só existiam as áreas alagadas das turfeiras.

Deve-se lembrar também, conforme conclui AGUIAR (1985), que a turfa utilizada como energético na cocção, substituindo o GLP e evitando o uso indiscriminado da lenha e do carvão vegetal, irá contribuir para diminuir os altos níveis de desertificação do Nordeste, por exemplo, tornando possível utilizar a madeira para fins mais nobres e para aumentar a área florestal, influenciando diretamente os microclimas das regiões envolvidas.

Com o uso adequado de fertilizantes orgânicos oriundos da turfa, regiões como as do semi-árido, poderão apresentar maior produtividade bem como períodos de plantio maiores durante o ano.

Deve-se concentrar recursos para a pesquisa da turfa no Brasil, inclusive para aquela onde se concentra o uso da turfa como matéria-prima para suas diversas aplicações. É um insumo bastante promissor no que diz respeito à sua aplicação nas diversas áreas em que é útil, como constatado nesta revisão bibliográfica. Basta o Estado mostrar interesse e permitir através de incentivos que o setor privado também se concentre na pesquisa e no uso desse recurso bastante importante, existente no país.

Bibliografia

01. AGUIAR, S. Catão. **Fontes energéticas brasileiras** - inventário/tecnologia: Turfa. CHESF, Vol. I e II, Rio de Janeiro, 1987.
02. CESP. Turfa. In: **Minerais Energéticos: Carvão, turfa, rochas oprígenas**. Série pesquisa e desenvolvimento 014, São Paulo: CESP, 1985: 20-41.
03. DAVIS, C. L. Peat. In: **Mineral Facts and Problems**. US Bureau of Mines/DBI, Washington DC, 1985: 563-568.
04. LENZ, G. R. **Turfa** - Métodos de lavra e opções para uso no Nordeste Brasileiro. In: Revista Brasileira de Geociências, 14(2): 11-119, vol. 14, SBG, junho, 1984.
05. MONTICELLI, J.J. e BATISTA, J. J. **História da Mineração de combustíveis fósseis sólidos no estado de São Paulo e sua contribuição a trabalhos atuais**. In: Margaret Lopes e Silvia Figueiroa (organizadoras) "O Conhecimento Geológico na América Latina". Campinas: UNICAMP, 1990: 75-85.
06. MOTTA, J. F. M., NAKANO, S., SHIMADA, H., NUCCI, O., MILKO, P., COELHO, J.C.M. **Turfa** - a experiência do IPT nos campos geológico e tecnológico. In: Energia-Fontes Alternativas. Revista Tecnológica Brasileira. Vol. IV, nov-dez, n. 23. São Paulo: APC, 1982: 32-43.
07. NUCCI, O. **Turfa**. Datilografado. 1985.
08. REIS, A. P., NUNES, H. H. R., MANSUR, K. T., ROCHA, R. L. S., FERNANDES, F. R. C.; CORREIA, J. C. G.; SANTOS, M. D. **C. Turfa** - alternativa energética na substituição de lenha em cerâmicas no estado do Rio de Janeiro. In: Anais do XXXIV Congresso Brasileiro de Geologia, SBG, Goiânia, 1986: 1819-1831.
09. SHIMADA, H., MOTTA, J. F. M., CABRAL Jr, M., NAKANO, S. **Prospecção de Turfa no Estado de São Paulo**. In: IPT, rel. 16408., SBG, III Simpósio Ged. Reg. vol.2, 1981: 259-273.