

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM

Superintendência Regional de Salvador

PROJETO TURFA

FAZENDA MONTE ALEGRE

BELMONTE-BAHIA

REL 3475

AGOSTO/1984

## APRESENTAÇÃO

Este documento sintetiza os resultados da avaliação geo-econômica da turfeira Fazenda Monte Alegre, localizada no município de Belmonte, no Estado da Bahia, inserida em 03(três) áreas de pesquisa requeridas pela CPRM.

Além da pesquisa geológica, apresenta-se um panorama do potencial para consumo daquela turfa, as condições hidro-lógicas e climatológicas da área da turfeira, além de uma avaliação econômica preliminar do empreendimento mineiro.

O documento objetiva fornecer às empresas interessadas, as informações necessárias ao exame dos aspectos técnicos e econômicos do empreendimento.

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO .....	1
1.1	Histórico .....	1
1.2	Localização e Acesso .....	2
1.3	Situação Legal das Áreas Requeridas .....	4
1.4	Metodologia dos Trabalhos Executados .....	4
2.	GEOLOGIA DA TURFEIRA FAZENDA MONTE ALEGRE .....	7
2.1	Morfologia e Dimensão do Depósito .....	7
2.2	Caracterização e Qualificação da Turfa .....	7
2.3	Reservas do Depósito .....	8
3.	HIDROLOGIA E CLIMATOLOGIA DA ÁREA DA TURFEIRA .....	12
3.1	Fluviometria .....	12
3.2	Pluviometria .....	14
3.3	Ventos .....	16
4.	AVALIAÇÃO ECONÔMICA PRELIMINAR DO EMPREENDIMENTO..	17
4.1	Mercado .....	17
4.2	Ensaio Tecnológico/Industriais .....	22
4.3	Caracterização do Empreendimento: Estudo de Caso.	27
4.4	Considerações Econômicas .....	31
5.	CONCLUSÕES .....	34
6.	BIBLIOGRAFIA .....	35

## 1. INTRODUÇÃO

A turfa é um tipo clássico de combustível fóssil sólido, de idade geológica relativamente recente. Trata-se de uma excelente matéria-prima energética natural, carbonosa-orgânica, conhecida universalmente, consistindo do primeiro estágio do processo de transformação da série de combustíveis fósseis, caracterizada por um enriquecimento relativo de carbono fixo da matéria orgânica, durante o tempo geológico, na seguinte ordem: turfa, linhito, carvão mineral e antracito.

A turfa, no sentido mais amplo do termo, é a matéria vegetal parcialmente decomposta, que se acumula sob a água, em um meio saturado de fraca circulação, sendo por isso protegida da oxidação neste ambiente deposicional. Compõe-se normalmente de uma parte orgânica combustível e uma parte inorgânica, constituída de argila e areia (cinzas).

Sob o ponto de vista pedológico, a turfa ocorre em áreas alagadiças de várzeas, lagunas e lagoas formando os solos hidromórficos.

Os usos mais significativos da turfa são no campo energético, agro-pecuário, químico, médico e de proteção ambiental. A turfa para fins energéticos é produzida e utilizada de diversas formas, principalmente em queima direta, processamento em briquetes, "pellets" ou coque e conversão em combustível líquido ou gasoso.

### 1.1 Histórico

Os levantamentos realizados pelo Projeto Turfa na Faixa Costeira Bahia-Sergipe, desenvolvidos pelo Convênio DNFM-CPRM, no período de agosto de 1980 a junho de 1983, permitiram

a identificação de importantes áreas de ocorrência de turfa nestes dois estados. A pesquisa de semidetalhe conduziu à descoberta de um expressivo depósito de turfa energética na fazenda Monte Alegre, no município de Belmonte, no Estado da Bahia.

A delimitação da turfeira, através de uma programação por amostrador de pistão e furos de trado, permitiu a cubagem de uma reserva passível de aproveitamento econômico.

Atualmente, a CPRM está executando serviços adicionais de amostragem e levantamento hidrológico, que fornecerão os elementos necessários à elaboração de um projeto modular de lavra da jazida.

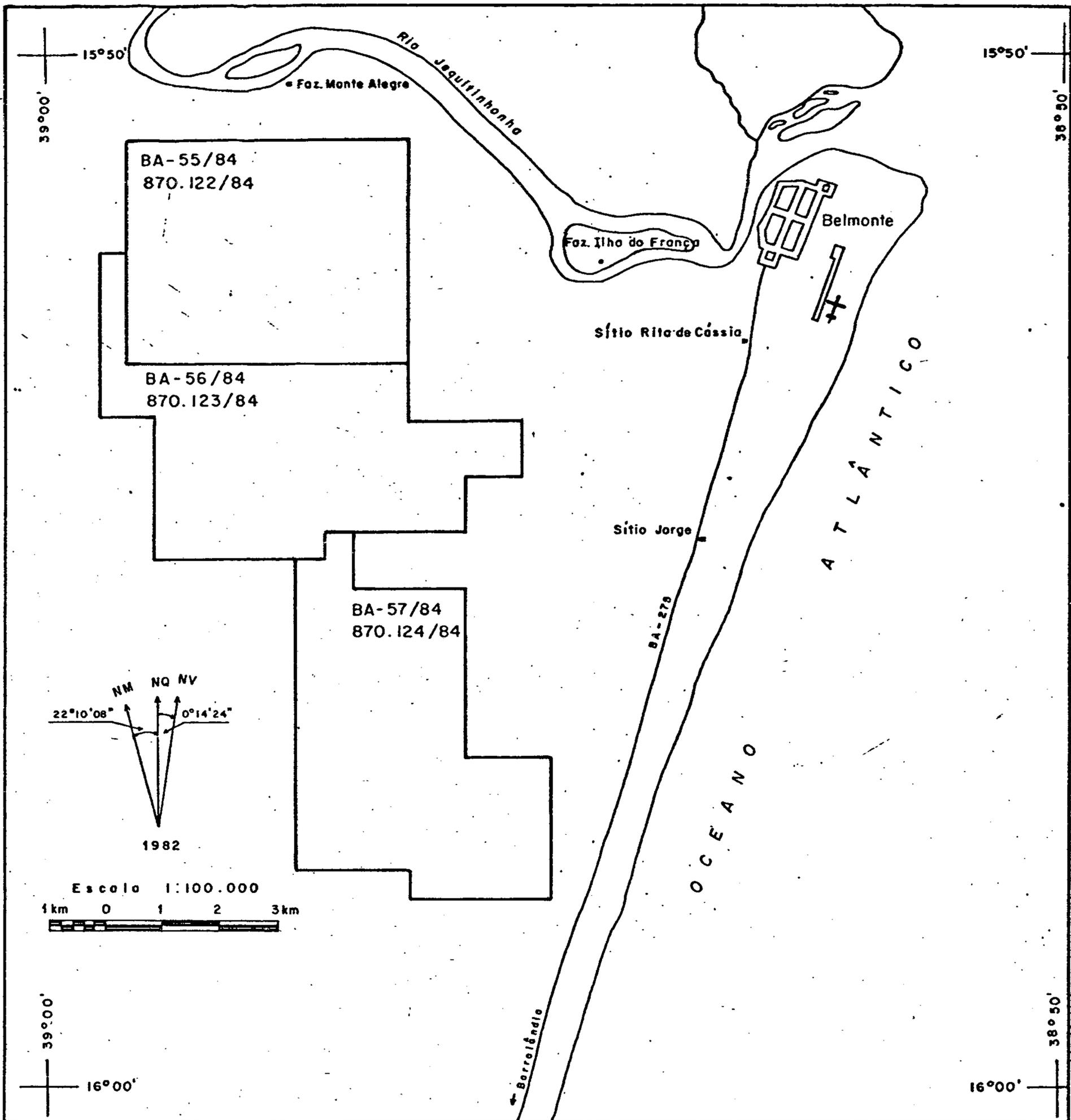
## 1.2 Localização e Acesso

As 03 (três) áreas requeridas para turfa na fazenda Monte Alegre, com 2.000ha cada, estão localizadas no litoral Sul do Estado da Bahia, nas proximidades da cidade de Belmonte (Figura 1).

O acesso às mesmas pode ser feito, a partir de Salvador, por via terrestre, pela estrada federal asfaltada BR-101, e, a partir dela, pela estrada estadual implantada BA-275 (Itapebi-Belmonte).

A cidade de Belmonte dispõe de um aeroporto, com linha regular da Companhia Nordeste-Linhas Aéreas Regionais.

Finalmente, por via marítima, o acesso pode ser realizado até o porto de Belmonte, atualmente desativado, exceto para navegação local, que ainda é através do rio Jequitinhonha, um importante meio de transporte dos produtos da região, que passa na borda Norte da turfeira.



MAPA DE LOCALIZAÇÃO



Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais  
Superintendência Regional de Salvador

TURFEIRA FAZENDA MONTE ALEGRE, BAHIA  
Áreas Requeridas  
MAPA DE SITUAÇÃO

PROJETO TURFA

DATA:  
Agosto, 1984

FIGURA:  
1

### 1.3 Situação Legal das Áreas Requeridas

A turfeira Fazenda Monte Alegre está integralmente inserida no bloco a sul do rio Jequitinhonha, composto de 03 (três) áreas, situado aproximadamente a 10 quilômetros a oeste da cidade de Belmonte. Para estas áreas, cujos requerimentos, por motivos técnicos, foram reapresentados em 1984, codificadas com os números BA-55/84, BA-56/84 e BA-57/84, será apresentado, nos próximos dias, o Relatório Final de Pesquisas, após a publicação dos respectivos Alvarás de Pesquisa.

TABELA I - SITUAÇÃO LEGAL DAS ÁREAS REQUERIDAS

ÁREA	DNPM		ALVARÁ	
	NÚMERO	DATA DE RE- QUERIMENTO	NÚMERO	DATA DE PUBLICAÇÃO
BA-55/84	870.122/84	16.02.84		
BA-56/84	870.123/84	16.02.84		
BA-57/84	870.124/84	16.02.84		

### 1.4 Metodologia dos Trabalhos Executados

A turfeira da fazenda Monte Alegre foi inicialmente delimitada através de fotointerpretação na escala 1:60.000. A sua potencialidade foi comprovada, posteriormente, por amostragem e mapeamento geológico a nível de reconhecimento.

Na fase subsequente, de prospecção de detalhe, a á

rea da turfeira foi reinterpretada com fotografias aéreas na escala 1:25.000, e feita restituição fotogramétrica para confecção de uma base cartográfica na escala 1:10.000. A amostragem, nesta fase, foi executada segundo seções equidistantes de 1.000m, através de furos com amostrador de pistão, espaçados de 250m, e furos a trado agrícola, intercalados naqueles, apenas para controle da profundidade do substrato.

As amostras coletadas a pistão foram descritas e classificadas macroscopicamente. Em amostras selecionadas foram realizadas análises físico-químicas para determinação de umidade, teor de cinza e densidade relativa.

Ensaio tecnológicos foram realizados em laboratórios da CPRM, permitindo uma pré-qualificação da turfa pelas suas propriedades químicas e físicas, visando o seu aproveitamento industrial.

As reservas de turfa foram calculadas pelo método de cubagem convencional, utilizando-se o mapa de isópacas e teores de cinza abaixo de 15%. A espessura média foi obtida a partir da média aritmética das espessuras de turfa, em cada furo, com teores de cinza abaixo de 15%. O volume de turfa, existente em cada área requerida, foi obtido através do produto da extensão do depósito pela espessura média.

A densidade, em base seca, e o poder calorífico médios foram obtidos através de correlação estatística, com os teores de cinza médios de cada área de alvará. Para padronização e facilidade de comparação dos resultados analíticos, o poder calorífico superior da turfa foi determinado em base seca, isto é, com amostras secas a 105-110°C. O potencial energético da turfeira foi calculado em base seca, através do produto do

poder calorífico médio pela tonelagem.

Para a obtenção dos parâmetros visando a tecnologia de extração e beneficiamento, foi estudado o comportamento do lençol freático, com relação às condições climatológicas locais e regionais. Para isto, foram instaladas régua fluviométricas no rio Jequitinhonha e no riacho Monte Alegre, que drena naturalmente a turfeira. Com este objetivo, foram instalados também 18 tubos piezométricos assentados no substrato arenoso da turfeira.

Para os estudos climáticos foi instalada, junto à turfeira, uma pequena estação meteorológica, equipada com evapômetro de Piché, pluviômetro e termômetros (máximas e mínimas).

A avaliação econômica do empreendimento foi realizada a partir dos parâmetros levantados pela empresa de consultoria internacional JAAKKO POYRY Engenharia Ltda, visando a lavra, o beneficiamento e o transporte (Belmonte-Camaçari) daquele insumo, com fluxo de caixa montado pela CPRM.

## 2. GEOLOGIA DA TURFEIRA MONTE ALEGRE

### 2.1 Morfologia e Dimensão do Depósito

A turfeira Fazenda Monte Alegre tem uma forma alongada, com um comprimento de 11.150m e uma largura média de 1.100m, totalizando, aproximadamente, uma área de 1.200 ha. O orientada paralelamente aos cordões litorâneos, aos quais encontra-se geneticamente relacionada, não apresenta cobertura estéril. Nela se desenvolve uma vegetação rasteira dos tipos titirica, junco e gramíneas, e, com menor frequência, musgos, samambaias e orquídeas.

A camada de turfa possui uma espessura média de 2,40m, atingindo espessuras máximas pouco acima de 3m, nas partes centrais da turfeira.

### 2.2 Caracterização e Qualificação da Turfa

A turfeira em questão apresenta-se macroscopicamente homogênea, com a parte superficial de até 0,60m contendo turfas de grau de humificação máximo H<sub>3</sub> (escala von Post). A turfa grada em profundidade até tipos classificados como H<sub>9</sub>, tendo, entretanto, frequências maiores os tipos H<sub>7</sub> e H<sub>8</sub>.

O teor médio de cinza na turfeira é de 9%, enquanto os teores parciais acusaram um leve crescimento a cada intervalo de 1m de profundidade. Entretanto, eliminando-se sucessivamente os setores com teores maiores, ou seja, acima de 35%, 15% e 5%, as médias baixam para 7,4%, 6,7% e 3,6%, respectivamente.

A densidade relativa da turfa em base seca ("dry bulk density"), média, é de 0,100 g/cm<sup>3</sup>, correspondendo ao poder calorífico médio de 5.100 Kcal/kg.

Medidas de pH realizadas com peagâmetro e papel tor

nássol, em amostras ao longo do perfil vertical de 4 furos, revelaram um pH nunca inferior a 6, raramente com valores 4,5, obtidos nas porções superficiais ou basais da camada de turfa, com uma média geral 5,5.

### 2.3 Reservas do Depósito

O cálculo das reservas para um grau de confiabilidade de 95%, resultou que as reservas medidas compreendem, cerca de, 43% da reserva total (erro máximo de 20%), as reservas indicadas 21% (erro máximo de 30%) e as reservas inferidas 36% (erro maior que 30%). Com base nestes percentuais, tem-se os seguintes valores de tonelada de turfa em base seca, para cada área com alvará concedido:

#### ÁREA BA-55/84

Reserva Medida	Reserva Indicada	Reserva Inferida	Total
662.630 t	323.610 t	554.760 t	1.541.000t

#### ÁREA BA-56/84

Reserva Medida	Reserva Indicada	Reserva Inferida	Total
498.800 t	243.600 t	417.600 t	1.160.000t

#### ÁREA BA-57/84

Reserva Medida	Reserva Indicada	Reserva Inferida	Total
103.200 t	50.400 t	86.400 t	240.000t

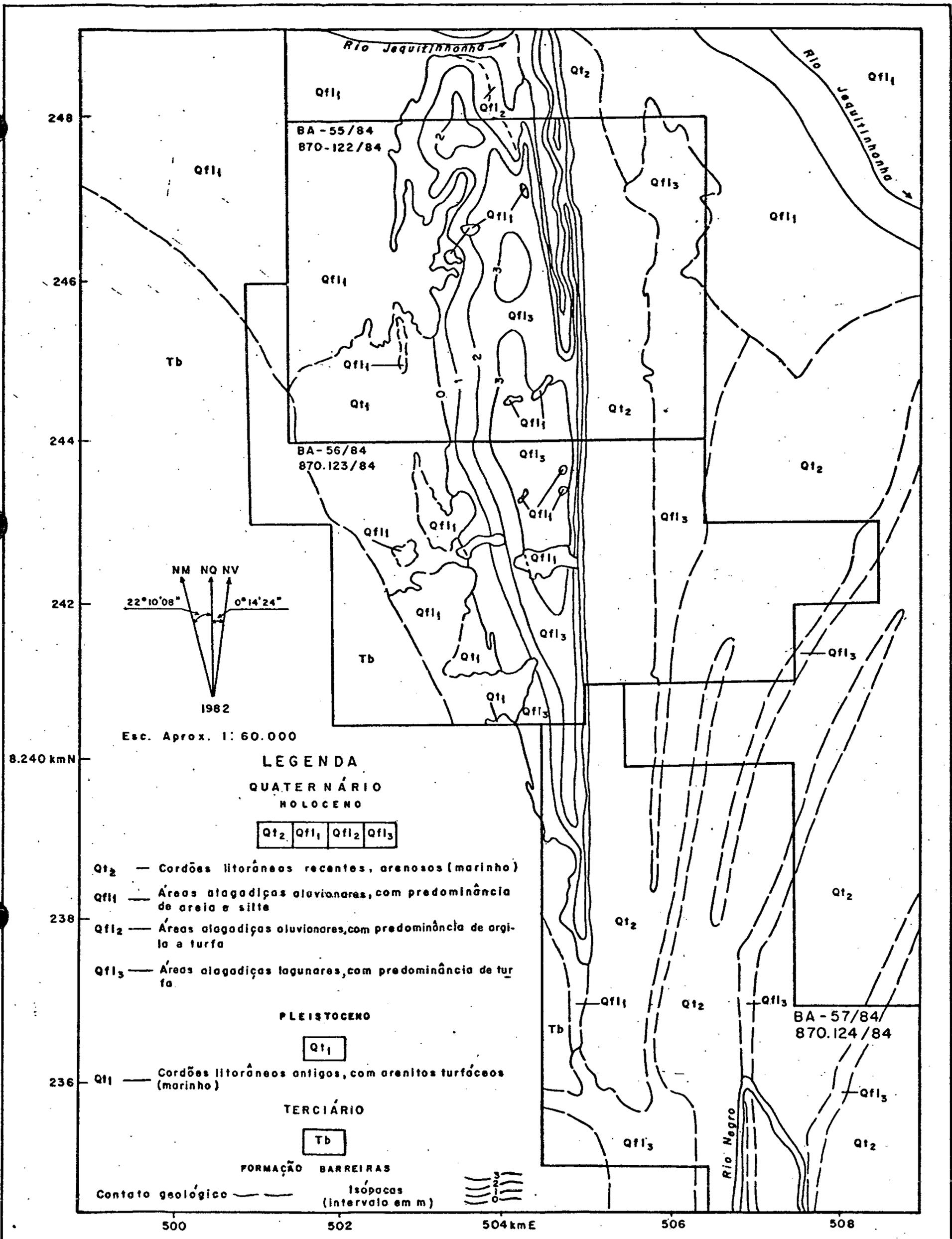
Reserva Medida Total	-	1.264.630 t
Reserva Indicada Total	-	617.610 t
Reserva Inferida Total	-	<u>1.058.760 t</u>
Reserva Total	-	2.941.000 t

As reservas de turfa, em base seca, por área requeri-  
da, com suas principais características, são apresentadas na Ta-  
bela II; Para o referido cálculo, só foi computada a turfa com  
teor de cinza abaixo de 15%. O mapa geológico e de isópacas da  
Turfeira Fazenda Monte Alegre, é apresentado na Figura 2.

TABELA II - RESERVAS DE TURFA EM BASE SECA POR ÁREA REQUERIDA

ÁREA	EXTENSÃO (ha)	ESPESSURA MÉDIA (m)	VOLUME (m <sup>3</sup> )	TEOR MÉDIO DE CINZA (%)	P. CALOR* (Kcal/kg)	DENS. b.s. *	TON (10 <sup>3</sup> t)	CONT. ENERG. (10 <sup>6</sup> Gcal)
BA-55/84 DNPM 870.122/84	660	2.3	15.410.000	5.6	5.200	0,1	1.541	8,0
BA-56/84 DNPM 870.123/84	400	2.9	11.600.000	5.3	5.200	0,1	1.160	6,0
BA-57/84 DNPM 870.124/84	140	1.6	2.400.000	4.6	5.200	0,1	240	1,2
RESERVA TOTAL DE TURFA							2.941	15,2

\* Valores determinados por correlação estatística com o teor de cinza



Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais  
 Superintendência Regional de Salvador

**MAPA GEOLÓGICO E DE ISÓPACAS**  
**DA**  
**TURFEIRA FAZENDA MONTE ALEGRE, BAHIA**

**PROJETO TURFA**

**DATA:**  
 Agosto, 1984

**FIGURA:**  
 2

### 3. HIDROLOGIA E CLIMATOLOGIA DA ÁREA DA TURFEIRA

Além da quantidade e da qualidade da turfa, é necessário se conhecer os parâmetros fundamentais às tecnologias de extração e beneficiamento, que são ditados pelas condições hidrológicas e climatológicas das áreas onde ocorrem as turfeiras.

Os estudos hidrológicos, embora ainda baseados em dados de período relativamente curto de observações locais, já permitem, com auxílio de dados regionais, estabelecer algumas conclusões importantes, que deverão servir de subsídio aos planos de drenagem e escolha do método de lavra da turfa.

#### 3.1 Fluviometria

a) O mapa hidrológico preparado indica que existem duas bacias principais de captação d'água na turfeira: uma com drenagem para norte, desembocando no rio Jequitinhonha, e a outra, para sul, conectando-se com a laguna adjacente a leste, disposta paralelamente à turfeira.

b) As medidas de fluviometria das estações de Itapebi e da Fazenda Monte Alegre mostram boa correlação. Nota-se, apenas, que na Fazenda Monte Alegre, a fluviometria apresenta um retardo de 1 a 2 dias em relação à estação de Itapebi-BA ( Figura 3).

c) As medidas dos tubos piezométricos indicam que a oscilação do nível hidrostático da turfeira é função, principalmente, da variação do nível do rio Jequitinhonha e este, por sua vez, é função do regime de chuvas de suas cabeceiras.

Os levantamentos mostram que a época mais favorável à drenagem total da turfeira, até a cota de 2m, base da camada

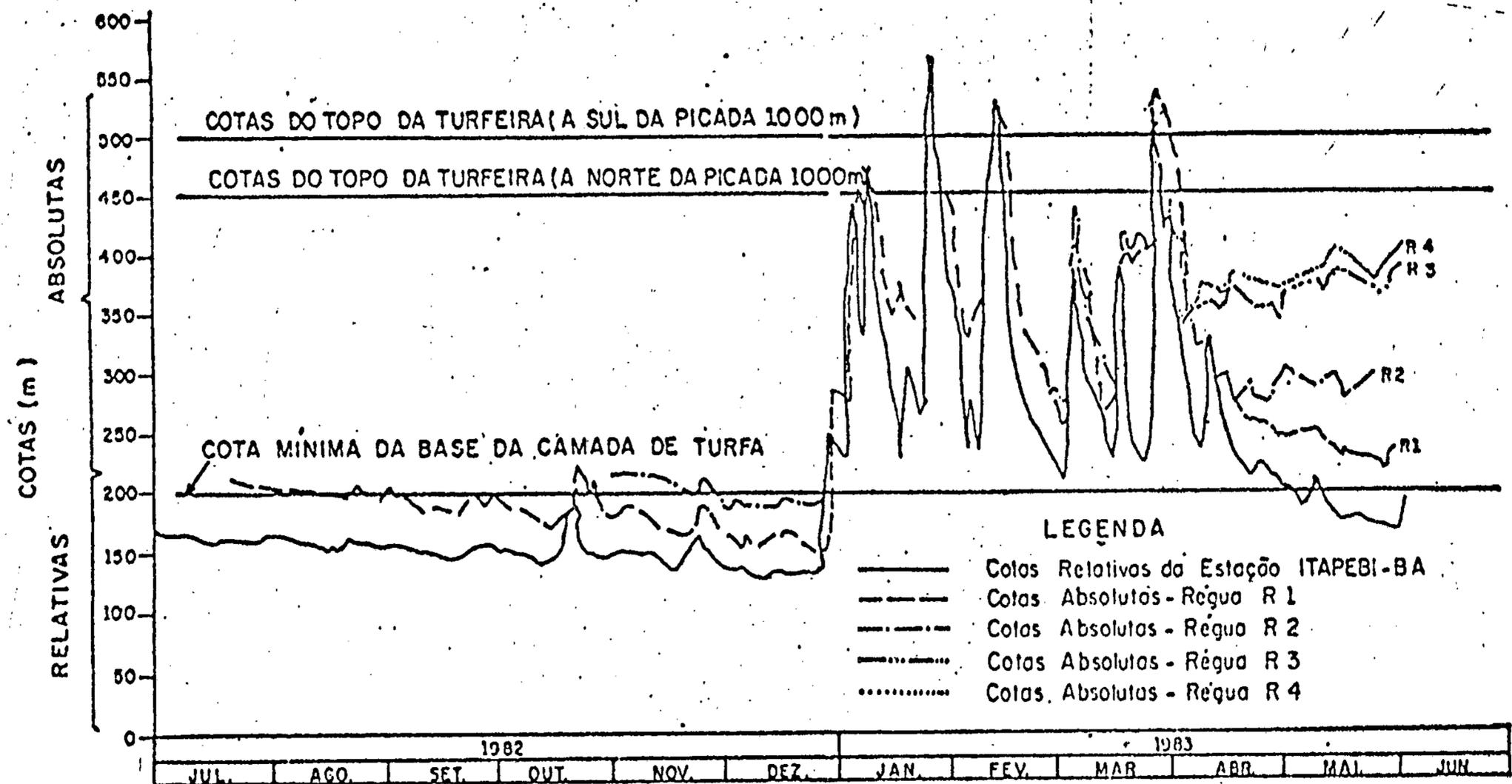


Figura 3 - CORRELAÇÃO ENTRE FLUVIOGRAMA DA ESTAÇÃO. ITAPEBI (BA) E FLUVIOGRAMAS DA FAZENDA MONTE ALEGRE (BELMONTE - BA)

de turfa e correspondente à cota relativa de 1,60m da estação de Itapebi-BA, seria entre meados de abril e meados de outubro, quando o nível do rio Jequitinhonha estaria mais baixo ( Figura 4).

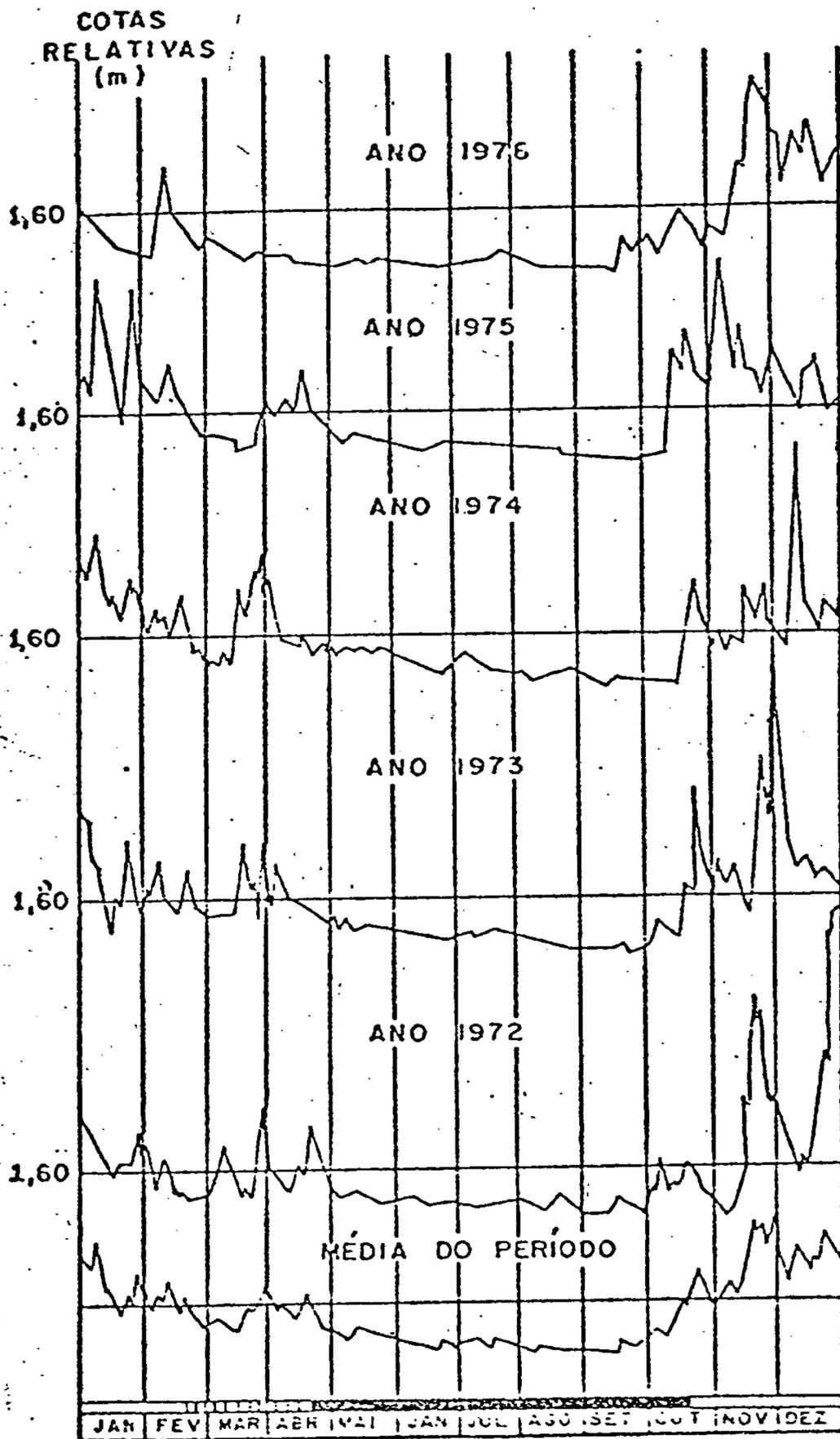
### 3.2 Pluviometria

Observações feitas na parte externa dos tubos piezo métricos indicam que, embora as chuvas locais alaguem repentinamente a turfeira, esta é drenada rapidamente, o que deverá ser facilitado através da abertura dos canais de drenagem.

Para a escolha do método de produção da turfa é de particular interesse o estudo do regime da precipitação pluviométrica, na área onde está localizada a turfeira. Contudo, as medidas pluviométricas efetuadas na estação instalada junto à turfeira, mostram boa correlação com as estações regionais, que já possuem longo período de observação e, portanto, mais adequadas para uma análise da pluviometria.

As épocas de menores precipitações de chuvas e favoráveis à colheita seriam de 1º/12 a 15/03, de 1º/05 a 15/06 e 1º/08 a 30/09. Conforme estatística realizada para o período de 1934-1960, mais da metade dos dias do ano não chove, observando-se que nos dias em que chove, mais da metade apresentam uma precipitação menor do que 5 mm.

A consecutividade dos dias sem chuva é fator determinante da escolha do método de produção. Conforme estatística realizada para 6 anos, a partir de dados da estação de Itapebi-BA, os períodos de dias consecutivos sem chuvas são muito irregulares, recomendando-se por isto a produção de turfa extrudada.



LEGENDA

ÉPOCA PARA DRENAGEM

 MUITO FAVORÁVEL

 POUCO FAVORÁVEL

 DESFAVORÁVEL

1,60m: COTA RELATIVA DE ITAPEBI CORRESPONDENTE A COTA ABSOLUTA DE 2m NA RÉGUA R1 DA FAZENDA MONTE ALEGRE

Figura 4 - FLUVIOGRAMAS DA ESTAÇÃO ITAPEBI (BA) PERÍODO 1972 A 1976

### 3.3 Ventos

O vento para a secagem da turfa moída não pode ser muito forte. As velocidades dos ventos que atingem o litoral baiano são inferiores a 4 m/seg. Portanto, estas velocidades relativamente baixas permitiriam a produção de turfa moída, para a qual admite-se o máximo de 10m/seg, sem produzir poluição ambiental ou quebra de produção significativa.

## 4. AVALIAÇÃO ECONÔMICA DO EMPREENDIMENTO

### 4.1 Mercado

A exemplo do que acontece nos países que utilizam a turfa, o Brasil deverá empregar este insumo como combustível ou como fertilizante, sendo que sua perspectiva de emprego imediato reside numa demanda potencial de fontes energéticas alternativas, relacionada principalmente com a necessidade de substituição de derivados de petróleo.

A avaliação do mercado potencial de turfa no Estado da Bahia e, conseqüentemente, a possibilidade de utilização deste insumo energético em substituição ao óleo combustível consumido por indústrias dos setores cerâmico, cimenteiro, metalúrgico, petroquímico e químico, entre outros, motivou a CPRM a investir na pesquisa e avaliação dos depósitos de turfa descobertos pela empresa.

O Estado da Bahia consumiu, no ano de 1981, 1.063.907 t de óleo combustível, segundo o Conselho Nacional do Petróleo - CNP<sup>1</sup>, correspondendo a 9,3% do consumo nacional. Uma análise histórica deste consumo, nos últimos 10 anos, revela que, até 1977, o consumo baiano situou-se em torno de 500.000 t anuais, com um crescimento anual, médio, da ordem de 4,6%.

A partir de 1978, com a entrada em operação de grandes unidades do Complexo Petroquímico de Camaçari - COPEC, o gasto de óleo combustível elevou-se para 914.154 t, com um aumento percentual de 101,4% em relação ao ano anterior.

---

1. Os dados do CNP não incluem as entregas a consumidores diretos, transferências para outras unidades, abastecimento a navios nacionais e estrangeiros, exportações, consumo interno, fornecimento interno e fornecimento à FRONAPE.

Em que pese o desenvolvimento de fontes energéticas alternativas que utilizam matéria-prima nacional, em sua maioria proveniente da biomassa, por parte das empresas do COPEC e do Centro Industrial de Aratu - CIA, este consumo, entretanto, poderá aumentar em função do próprio crescimento destes dois modernos distritos industriais.

Um estudo da distribuição geográfica do consumo de óleo combustível no Estado da Bahia, revela uma acentuada concentração na região do Recôncavo Baiano, cujo gasto ultrapassa a 90% do total estadual consumido.

As indústrias desta região, ao promoverem a substituição do óleo combustível, têm se voltado para o uso intensivo de carvão vegetal e lenha, resultando num conseqüente aumento dos projetos de reflorestamento e na acelerada destruição das matas residuais existentes no Recôncavo.

As caldeiras e fornos montados, adaptados ou reativados, bem como, os gaseificadores e combustores que utilizam como combustível o carvão vegetal ou a lenha, constituem a própria área de emprego da turfa, cujo consumo, nesta fase inicial do programa de substituição energética, pode ser de grande utilidade até o pleno desenvolvimento das florestas energéticas.

Um levantamento das cerâmicas que consomem óleo combustível no Estado da Bahia, realizado com dados de 1980, revelou que 92,8% do consumo total desse insumo energético, por parte destas indústrias, referiam-se a 11 estabelecimentos localizados no Recôncavo Baiano, de um total de 14 cerâmicas então estudadas, cujo consumo anual era de, aproximadamente, 48.000 t.

A gradativa substituição do óleo combustível pelo carvão vegetal e a lenha no setor cerâmico, vem provocando uma

queda acentuada em seu consumo, tendo se verificado, no ano de 1982, um gasto de 30.400 t. Entrevistadas estas indústrias, no início de 1984, verificou-se que a maioria delas substituiu to talmente o uso do óleo combustível.

Uma análise desta substituição revela que as empresas menores têm sido abastecidas pela lenha cortada das matas vizinhas, normalmente lenha de baixa qualidade, verde, enquanto as empresas maiores têm recorrido à Copene Energética S/A - COPENER, comprando insumos de bom desempenho energético.

Para 1984, pode-se estimar um consumo anual de, cer ca de, 20.000 t de óleo combustível para este setor cerâmico, o que significa um mercado a ser abastecido por insumos energéticos alternativos da ordem de 280.000 Gcal, correspondentes à substituição de óleo combustível já realizada, calculada ao nível de consumo de 1980.

Consumo o.c. em 1980	-	480.000 Gcal
Consumo o.c. em 1984	-	<u>200.000 Gcal</u>
Mercado insumos alternativos	-	280.000 Gcal

A indústria de cimento na Bahia é constituída por 3 fábricas, sendo 2 localizadas na região do Recôncavo Baiano, com terminais marítimos na Baía de Todos os Santos. Estas 2 in dústrias respondem por mais de 80% do consumo total de óleo com bustível no estado, por parte deste segmento.

A Companhia de Cimento Aratu, responsável por, cer ca de, 61% do consumo total de óleo combustível, computadas as 3 indústrias existentes, com uma capacidade instalada de 500.000 t de cimento/ano, vem adotando um programa de substitui ção parcial de óleo combustível por casca de dendê, resíduo de carvão vegetal e pneus velhos, tendo em 1982, substituído 750t/

mês de óleo combustível, na geração de 7.500 Gcal, não havendo maiores substituições devido a falta de insumos para queima.

A Companhia de Cimento Salvador - COCISA, já consome, atualmente, 80 t/dia de carvão vegetal, tendo baixado o seu consumo de óleo combustível de 85 para 40 t/dia.

Demonstrando interesse em vir a testar a turfa, a indústria de cimento solicitou, entretanto, uma melhor caracterização do tipo de cinza existente neste insumo, já que o resíduo se incorporará ao cimento, durante o processo de queima. A cinza resultante da queima da turfa tem propriedades pozolânicas, estando sendo feitos testes para o seu emprego na produção de cimento.

O consumo atual de óleo combustível, por parte das indústrias de cimento instaladas no Recôncavo Baiano, é da ordem de 780.000 Gcal/ano.

A Usina Siderúrgica da Bahia USIBA, responsável por, aproximadamente, 50% do consumo total de óleo combustível, por parte da indústria metalúrgica instalada no Estado da Bahia, possui um terminal marítimo na Baía de Aratu, distante cerca de 6 km das suas instalações industriais.

Atualmente, a empresa Technologic do Nordeste de Máquinas Pesadas - TECHNOR, está prestes a inaugurar um gaseificador com capacidade de 15 Gcal/h, construído com recursos do FINEP, em uma área ao lado do parque industrial da USIBA, cujo gás, na fase experimental, será vendido a esta empresa siderúrgica. A TECHNOR solicitou à CPRM, cerca de, 200 t de turfa pelletizada, para realização de testes em seu mais recente gaseificador.

O consumo energético atual, correspondente ao óleo combustível consumido por parte da indústria metalúrgica instalada no Recôncavo Baiano, é da ordem de 220.000 Gcal anuais.

Análises realizadas com amostras coletadas em turfeiras do litoral baiano, revelaram uma utilização mais nobre para as turfas com teor de cinza inferior a 4%: produção de carvão ativo e coque.

Durante o ano de 1982, registrou-se um consumo de coque pela SIBRA, FERBASA e COBRAC de, respectivamente, 22.300 t, 10.000 t e 3.500 t. Para o ano de 1983, o consumo previsto de coque por estas indústrias era de, respectivamente, 30.000 t, 18.000 t e 4.000 t. A USIBA consumiu 2.098 t de coque no ano de 1982, e estava previsto, para o ano de 1983, um consumo de 2.000 t.

A indústria petroquímica/química responde por, aproximadamente, 74% do consumo de óleo combustível no Estado da Bahia, com destaque para a Petroquímica do Nordeste S/A - COPENE, que consome, isoladamente, cerca de, 800.000 t/ano.

Buscando alternativas energéticas que visem minimizar este consumo, foi criada a COPENE ENERGÉTICA S/A - COPENER, que vem executando um amplo programa de reflorestamento no Estado da Bahia e, como empresa de insumos energéticos, comercializando carvão vegetal e lenha para as indústrias baianas. Em abril de 1984, eram os seguintes os seus preços (Cr\$1.355,00/dólar):

Insumo Energético	Características	Preços
Lenha	2.700 Kcal/kg 30% umidade	Cr\$ 19.200,00/t ou US\$ 5,25/Gcal
Carvão Vegetal	6.700 Kcal/kg 15-20% umidade	Cr\$ 84.500,00/t ou US\$ 9,31/Gcal

A COPENE, para atender as suas necessidades futuras de vapor, projetou e está construindo uma gigantesca caldeira que utilizará combustível sólido (madeira), para queima em suspensão. A COPENER, objetivando atender parcialmente este consumo, até o pleno amadurecimento dos programas de reflorestamento, após negociações com a CPRM, já iniciou, juntamente com a Secretaria das Minas e Energia, uma lavra experimental nas turfeiras de Ituberá, Cairu e Nilo Peçanha ("Turfeiras de Valença").

Num levantamento do mercado potencial para a turfeira da fazenda Monte Alegre, é importante destacar, ainda, a concentração de indústrias instaladas no Centro Industrial de Aratu - CIA, com um porto marítimo em sua área central (Porto de Aratu), dispondo ainda da Baía de Aratu para instalação de terminais portuários, que poderão também vir a utilizar a turfa. Merecem destaque as de bebidas, vidros e de papel que, juntas, consomem, cerca de, 270.000 Gcal/ano.

A avaliação preliminar do mercado de turfa no Estado da Bahia, revela uma capacidade de absorção deste insumo energético muito superior às possibilidades de fornecimento das turfeiras localizadas na faixa costeira baiana.

#### 4.2 Ensaio Tecnológicos/Industriais

Os altos custos dos derivados de petróleo, as cotas e os cortes estabelecidos pelo Conselho Nacional de Petróleo - CNP e, ainda, uma certa insegurança sobre a continuidade

TABELA III

VIDA ÚTIL DA TURFEIRA FAZENDA MONTE ALEGRE SEGUNDO MERCADO<sup>1</sup>

ENERGIA (10 <sup>3</sup> Gcal)	MERCADO		CONSUMO ANUAL (10 <sup>3</sup> Gcal)	VIDA ÚTIL (anos)
	Setor	Hipótese de Consumo		
Reservas: 16.000	Cerâmico	1) Energéticos alternativos (lenha+carvão vegetal)	280	40
		2) Óleo combustível	200	56
		3) Consumo total	480	23
Energia Recuperável: 11.200 (70% das reservas)	Cimenteiro	1) Óleo combustível (10% consumo total)	78	144
		2) Óleo combustível (20% consumo total)	156	72
	Metalúrgico	1) Óleo combustível (30% consumo total)	66	170
	Petroquímico (COPENE)	L) 1/3 Consumo caldeira em construção	700	16
	Outras indústrias	1) Óleo combustível (30% consumo total)	81	138

L. Setores selecionados: indústria cerâmica, de cimento, metalúrgica, petroquímica e outras (de bebidas, vidros e de papel)

do abastecimento futuro, têm levado as empresas a pesquisarem fontes energéticas alternativas, desde que os preços dos novos insumos se mostrem, pelo menos, competitivos com os do óleo combustível. Esta pesquisa tem levado ao desenvolvimento de tecnologias voltadas para a utilização de matéria-prima nacional, principalmente aquelas provenientes da biomassa (renovável)..

A TECHNOR, Technologic do Nordeste de Máquinas Pesadas, Indústria e Comércio Ltda., desenvolveu e está instalando uma linha de gaseificadores industriais, principalmente nos Estados da Bahia e Sergipe. Estes gaseificadores destinam-se à geração contínua de gás combustível, conhecido como gás de baixo poder calorífico (BPC), por um processo físico-químico, utilizando os mais diversos tipos de matéria-prima, tais como: turfa, carvão vegetal, lenha, casca de côco (dendê), bagaço de cana, casca de arroz, sabugo de milho, etc.

As aplicações destes gaseificadores são bastante amplas, abrangendo todas as instalações industriais automotivas de energia térmica, e em substituição daquelas que utilizam produtos petrolíferos, sendo as modificações no sistema de queima relativamente simples e de baixo custo.

A Unimorando Brasil Ltda, vem desenvolvendo estudos tecnológicos visando o emprego da turfa em gaseificadores, em Araxá, Minas Gerais, adaptando equipamentos de acordo com as características da turfa e das condições climáticas que influem, de forma acentuada, no teor de umidade inicial do processo.

Na empresa Arafertil, Araxá, a turfa entra no circuito montado pela Unimorando com 40 a 45% de umidade, sendo extrudada a vácuo, e sai com 35 a 40%, em condições físicas para manuseio e transporte sem deformação. Estocada em pilhas, a umidade decresce até 20 a 25%, dependendo da higrometria do ar,

depois de 5 a 8 dias.

A Unimorando já dispõe de equipamentos para operar a partir de uma turfa com 80% de umidade inicial. Nestas condições, processa-se uma primeira extrusão que baixa de 80% até 45% o teor de umidade, com um dispêndio de energia de apenas 20 Kcal/kg de água retirada.

Os testes desenvolvidos pela Unimorando sobre a gaseificação da turfa revelaram que, dependendo da preparação dos extrudados (granulometria das partículas, pressão, porosidade, teor de umidade e perfil), a coqueificação da turfa demanda maior tempo de residência do que a lenha. Em contrapartida, o coque da turfa é 25% mais reativo do que o carvão vegetal. Esta empresa já dispõe de um gaseificador especialmente projetado para gaseificar turfa com 50% ou mais de cinza.

A Outokumpu Equipamentos Industriais e Participações Ltda., projetou um combustor para queima de diversos combustíveis sólidos, como turfa, madeira, carvão mineral e vegetal, serragem, xistos e outros resíduos orgânicos. Este equipamento produz tanto vapor para processos industriais, geração de eletricidade e calefação, quanto gases para a secagem de combustíveis sólidos (na Finlândia, estes combustores secam turfa para confecção de briquetes, utilizando turfa como combustível: neste processo a turfa é combustível e matéria-prima), minérios, grãos, etc.

A combustão se dá através de um reator de leito fluidizado, que é a mais eficiente e segura técnica de queima de combustíveis sólidos, pois:

a) permite a queima eficiente de diferentes combustíveis sólidos na mesma unidade, ainda que a qualidade e a umi-

dade dos combustíveis variem rapidamente, como é o caso típico da madeira, bagaço de cana, turfa, etc.;

b) não requer beneficiamento dos combustíveis, como pré-secagem, moagem, briquetagem, etc., o que reduz consideravelmente o investimento inicial e os custos operacionais;

c) possui alta eficiência de combustão em altas temperaturas, devido ao efetivo contato entre o ar de combustão e o combustível, atingindo acima de 99% de eficiência para cavacos de madeira, turfa e outros;

d) devido à baixa temperatura de combustão, o teor de  $\text{NO}_x$  nos gases de combustão é insignificante, quando comparado a sistemas convencionais. Da mesma forma, no caso de utilização de combustíveis com alto teor de S, o  $\text{SO}_2$  pode ser removido dos gases de combustão através da adição de calcário no leito.

No combustor da Outokumpu, "o dispositivo de remoção de cinzas, areia e material grosseiro do leito do reator, está localizado sob a grelha, sendo construído em aço carbono e refratário. A operação de remoção é realizada sem a paralização do reator". Desta forma, para a turfa, não existe limite máximo para o teor de cinza, já que a remoção de cinza é independente. Quanto ao teor de umidade, o ideal é por volta de 40%, não podendo a turfa ser empregada com umidade inferior a 30%, devido ao problema da alta combustão da turfa seca.

As turfas com baixo teor de cinza (p.ex., menor que 4%, base seca), por outro lado, devem ser economicamente aproveitadas na produção de coque e carvão ativado. Ensaios realizados pelo Centro de Tecnologia Mineral - CETEM, em uma amostra de turfa do litoral baiano, com 1,2% de cinza, revelaram um coque com boa resistência, baixo poder abrasivo, poroso (poros finos), com baixo peso específico e alta percentagem de carbono

fixo, queimando com grande produção de calor, sem fumaça e odor.

De acordo com a qualidade exigida do coque, deve-se dar um tratamento adequado à matéria-prima, de modo a produzir-se um coque mais denso e com maior resistência. As características do coque obtido da turfa baiana, em confronto com um coque de turfa de boa qualidade tirado da literatura, são apresentadas a seguir, enquanto a Figura 5 mostra a ampla utilização do coque de turfa na indústria.

#### CARACTERÍSTICAS DO COQUE DE UMA TURFA DA BAHIA E DO COQUE DE TURFA DA LITERATURA

<u>Base Seca</u>	<u>Coque de Turfa</u> (literatura)	<u>Coque de Turfa</u> (Valença - BA)
Cinza(%)	3,5	3,9
Carbono Fixo(%)	91,06	91,4
<u>M. Volátil (%)</u>	s/decl.	4,6
Enxofre (%)	0,21	0,4

#### 4.3 Caracterização do Empreendimento: Estudo de Caso

Visando caracterizar o empreendimento mineiro que seria o aproveitamento econômico da turfeira Fazenda Monte Alegre, apresenta-se os parâmetros de lavra e beneficiamento empregados pela firma de consultoria JAAKKO POYRY Engenharia Ltda., quando da elaboração do documento intitulado "Avaliação das Possibilidades de Exploração das Turfeiras de Valença e Belmonte - BA", encomendado pela COPENER;

A COPENER, empresa interessada no aproveitamento da aquela turfeira, visando a substituição de 1/3 das necessidades de combustível sólido (madeira), de uma caldeira em construção pela COPENER, por turfa, contratou a JAAKKO POYRY para realizar

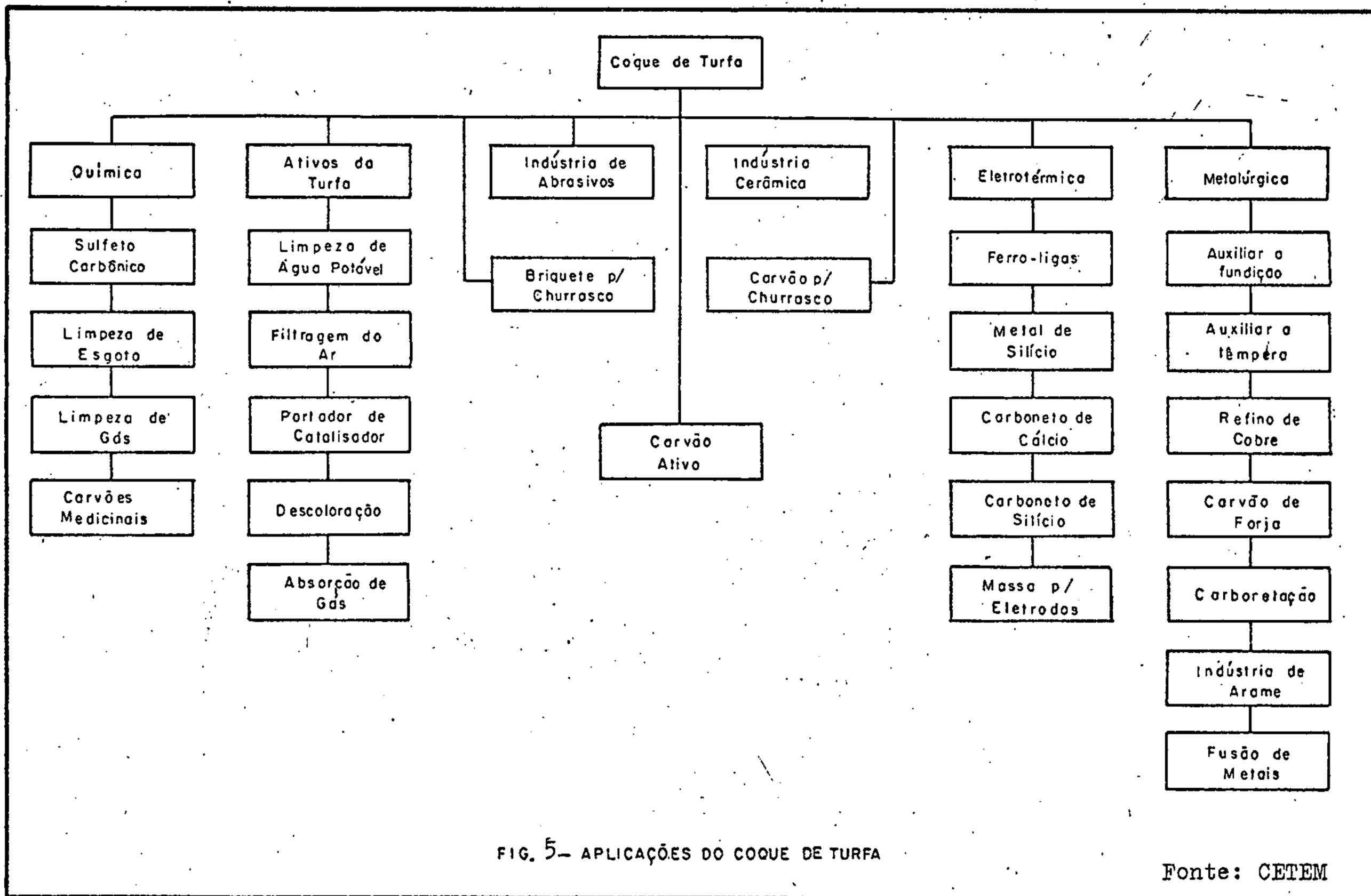


FIG. 5- APLICAÇÕES DO COQUE DE TURFA

Fonte: CETEM

uma avaliação das possibilidades de exploração daquele depósito.

Esta substituição representa um total energético de 700.000 Gcal por ano, que corresponde à produção de uma turfeira, obtida com a lavra de módulos de 350 ha, num período de produção de 5 a 6 meses por ano, considerando:

- 90 dias efetivos de produção por ano
- 9 ciclos de lavra por ano
- produção de turfa extrudada ("sod peat")
- produção de 220 Gcal/ha, por ciclo de lavra
- turfa com teor de cinza abaixo de 15%
- teor de umidade da turfa pré-secada ao sol em torno de 40%
- módulo de produção de 350 ha

A turfeira da fazenda Monte Alegre oferece:

- |  |                 |
|--|-----------------|
| - Reserva de turfa, em base seca               | - 3.000.000 t   |
| - Poder calorífico superior, em base seca      | - 5.100 Kcal/kg |
| - <del>Poder</del> teor de cinza abaixo de 15% | - 9% (em média) |
| - Reserva de turfa c/20% de umidade            | - 4.000.000 t   |
| - Poder calorífico c/20% de umidade            | - 4.000 Kcal/kg |
| - Reserva recuperável c/20% de umidade         | - 2.800.000 t   |

Verifica-se, a partir dessas informações, que poderiam ser produzidas, anualmente, 220 Gcal x 350 ha x 9 ciclos = 693.000 Gcal, isto é, o equivalente às necessidades energéticas dimensionadas pela COPENER, que são 700.000 Gcal, ou sejam, 175.000 t/ano.

Confrontando-se o volume de produção anual com a reserva disponível, constata-se que a vida útil do empreendimento

to seria de 16 anos  $(2.800.000 \text{ t} \div 175.000 = 16)$ .

O transporte da turfa até a COPENE seria feito através de um sistema bimodal: do local da lavra até o cais de Belmonte, a turfa seria transportada por estrada de rodagem, a ser implantada, numa distância de 20 km; entre Belmonte e o Porto de Aratu, cuja distância é de 350 km, a turfa seria transportada por mar, em barcaças de 1.000 t de capacidade (com ou sem autopropulsão), seguindo para Camaçari (local onde seria consumida) por meio de caminhões, num percursos de 25 km.

Levando em conta os investimentos necessários, os custos operacionais e de capital, bem como, os custos de transporte, a JAAKKO POYRY chegou a um custo unitário da turfa produzida CIF Camaçari de US\$ 7,14/Gcal, assim dividido:

	US\$ /Gcal
Custo FOB turfeira -	3,14
Custo de transporte -	<u>4,00</u>
Custo CIF Camaçari -	7,14

Para esta turfa, o custo de uma tonelada equivalente de óleo combustível, nas condições e características estabelecidas nestes cálculos, é de US\$ 31,40 FOB turfeira e, no caso de se montar um esquema de transporte com os custos acima estabelecidos, a tonelada equivalente poderá chegar em Camaçari a um custo calculado em US\$ 72.

A empresa de consultoria JAAKKO POYRY concluiu sua avaliação comparando o preço de óleo combustível (BPF), então praticado no Brasil (maio/1983), em torno de US\$ 140/£, com o custo final da tonelada equivalente obtida a partir da turfa, onde se teria, guardadas as premissas pré-estabelecidas, praticamente, uma economia de 50%.

#### 4.4 Considerações Econômicas

Na medida em que a turfa é um recurso mineral ainda não demandado efetivamente no País, inexistem mecanismos de formação e controle de preços internos. Para efeito de determinação da receita vinculada a um projeto semelhante ao da COPENER, a CPRM empregou a lógica econômica de que a turfa deveria ser, pelo menos, competitiva em relação à madeira, combustível que seria, em parte, substituído pela COPENE.

Nestas condições, o preço da turfa não deverá ser superior a US\$ 40,00/t ou US\$ 10/Gcal, que é o equivalente à tonelada de madeira CIF - Camaçari, local de consumo.

Visando determinar o valor básico da jazida, o método empregado foi o do Fluxo de Caixa Descontado, com os investimentos e os custos levantados pela JAAKKO POYRY, complementados pela CPRM ao considerar os aspectos legais referentes à comercialização de bens minerais, lucros, benefícios fiscais e outros, que influenciam na avaliação do grau de interesse econômico do projeto. Foram considerados ainda as fontes de recursos financeiros incentivados, para a execução do empreendimento, os quais influem no exame de sua viabilidade econômico-financeira.

A partir das informações reunidas elaborou-se o correspondente fluxo de caixa, apresentado a seguir. Para a avaliação do desempenho econômico-financeiro do empreendimento, adotou-se, como critério de julgamento, o Valor Presente Líquido - VPL, que é obtido mediante o emprego de uma ou mais taxas para o desconto das Receitas Líquidas Anuais.

Considerando a pequena experiência brasileira no tratamento com empreendimentos dedicados à lavra de turfa, testou-se a sensibilidade do VPL à variação da taxa de desconto, cuja síntese, pode ser vista abaixo do quadro demonstrativo do

fluxo de caixa.

Empregando-se taxas de desconto que variaram de 10% a 20%, em intervalos de 2,5%, foram encontrados Valores Presentes Líquidos na amplitude de US\$ 7.886 mil a US\$ 4.195 mil, sendo que, a 15%, taxa considerada como de atratividade aceitável, o VPL situou-se em US\$ 5.627 mil.

Nestas condições, concluiu-se, preliminarmente, pela viabilidade do empreendimento de lavra da turfeira Fazenda Monte Alegre.

FLUXO DE CAIXA - PRODUTO TURFA (FAZ. MONTE ALEGRE/BEIMONTE)

Em US\$ 1.000

DISCRIMINAÇÃO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1 - RECEITA ("C.I.P.")	-	-	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000
2 - CUSTOS DE TRANSPORTE	-	-	3.213	3.213	3.213	3.213	3.213	3.213	3.213	3.213	3.213	3.213	3.213	3.213	3.213	3.213	3.213	3.213
3 - RECEITA ("R.O.M.")	-	-	3.787	3.787	3.787	3.787	3.787	3.787	3.787	3.787	3.787	3.787	3.787	3.787	3.787	3.787	3.787	3.787
4 - DEPRECIACÃO/ANORTIZACÃO	-	-	1.593	443	443	443	443	443	443	443	443	443	443	443	443	443	443	405
5 - EXAUSTÃO	-	-	576	938	757	757	757	757	757	757	757	757	-	-	-	-	-	-
6 - I.U.M.	-	-	568	568	568	568	568	568	568	568	568	568	568	568	568	568	568	568
7 - CUSTOS OPERACIONAIS	-	-	1.050	1.050	1.050	1.050	1.050	1.050	1.050	1.050	1.050	1.050	1.050	1.050	1.050	1.050	1.050	1.050
8 - VALOR RESIDUAL	-	-	-	-	-	-	40	-	-	160	-	40	-	-	-	-	-	800
9 - RECEITA TRIBUTÁVEL	-	-	0	788	969	969	1.099	969	969	1.129	969	1.009	26	26	26	26	26	2.566
10 - IMPOSTO DE RENDA	-	-	0	267	340	340	356	340	340	404	340	356	643	643	643	643	643	979
11 - INVESTIMENTOS																		
. Fixos e Reposição	2.525	2.525	-	-	-	-	200	-	-	1.600	-	200	-	-	-	-	-	-
. Capital de Giro	-	530	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(530)
. Pesquisas e Desp. Pré-Operacionais	575	575	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12 - ENTR. DE REC. E FINANCEIROS	2.480	2.904	-	-	-	-	160	-	-	1.200	-	160	-	-	-	-	-	-
13 - AMORTIZACÃO DE FINANCIAMENTOS	-	-	-	-	310	673	673	705	705	705	961	961	951	288	288	32	32	-
14 - JUROS E COMISSÕES DO FINANCIAMENTO	-	-	-	-	134	291	291	296	296	296	336	336	202	45	45	5	5	-
15 - ABATIMENTO DO I.R.	-	-	-	-	54	116	116	118	118	118	134	134	81	18	18	2	2	-
16 - FLUXO DE CAIXA C/FINANCIAMENTO	(620)	(726)	2.169	1.902	1.439	981	965	946	946	722	666	650	754	1.211	1.211	1.491	1.491	2.520

RESULTADOS C/CAPITAL PRÓPRIO = 20% E FINANCIAMENTO = 80%

V.P.L. - Valor Presente Líquido

T.I.R. = 95,3%

Prazo de Recuperação do Investimento: 2 anos

Tx. Desc.	Em US\$ 1.000
10.0%	7.886
12.5%	6.619
15.0%	5.627
17.5%	4.836
20.0%	4.195

## 5. CONCLUSÕES

Os estudos econômicos, realizados a nível de pré-viabilidade, indicam que o projeto de lavra da jazida de turfa de Belmonte, com o conseqüente transporte do produto até o Porto de Aratu e a comercialização junto às indústrias regionais, é economicamente viável, apresentando uma Taxa Interna de Retorno (TIR) de 95,2%, um Prazo de Recuperação do Investimento (PRI) de apenas 2 anos e um Valor Presente Líquido (VPL) superior a 5,0 milhões de dólares, para uma taxa de desconto de 15%.

Nestes estudos, não se considerou um possível beneficiamento da turfa no próprio local da jazida, visando a transformação da matéria orgânica num produto mais nobre, como carvão ativado e coque de turfa, concentrando a energia e reduzindo os custos unitários de transporte, que poderia resultar na melhoria dos índices econômicos do projeto.

## 6. BIBLIOGRAFIA

- AGUIAR, S.C. et alii. Perspectivas da turfa como insumo energético no Brasil. Camaçari, CEPED, 1983. 63 p.il.
- JAAKKO POYRY ENGENHARIA. Avaliação das possibilidades de exploração das turfeiras de Valença e Belmonte - BA. São Paulo, 1983. 29 p.il.
- LIMA, R.C.C. et alii. Projeto turfa na faixa costeira Bahia e Sergipe; Relatório integrado. Salvador, CPRM, 1982, v.1. Convênio DNPM/CPRM.
- LIMA, R.C.C. et alii. Projeto turfa na faixa costeira Bahia e Sergipe; Relatório final. Salvador, CPRM, 1983. v.1 Convênio DNPM/CPRM.
- SILVA, R.C.M.da & SCHINZEL, W. Coque de turfa e suas aplicações. Brasília, 1982. 13 p.il. (DNPM. Série Tecnologia Mineral, 22. Beneficiamento, 16). Convênio DNPM/CPRM.