

PROGRAMA GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

AVALIAÇÃO DOS RECURSOS MINERAIS DO BRASIL

PROJETO REAVALIAÇÃO DO PATRIMÔNIO MINERAL, ÁREA TURFA DE SANTO AMARO DAS BROTAS, ESTADO DE SERGIPE



INFORME DE RECURSOS MINERAIS

Série Oportunidades Minerais
Exame Atualizado de Projeto, nº 33

Brasília - 2023

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Ministro de Estado

Alexandre Silveira

Secretário de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

Vitor Eduardo de Almeida Saback

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

DIRETORIA EXECUTIVA

Diretor Presidente Interino

Cassiano de Souza Alves

Diretor de Geologia e Recursos Minerais Interino

Paulo Afonso Romano

Diretora de Hidrologia e Gestão Territorial

Alice Silva de Castilho

Diretor de Infraestrutura Geocientífica

Paulo Afonso Romano

Diretor de Administração e Finanças

Cassiano de Souza Alves

COORDENAÇÃO TÉCNICA

Chefe do Departamento de Recursos Minerais

Marcelo Esteves Almeida

Chefe da Divisão de Economia Mineral e Geologia Exploratória

Ruben Sardou Filho

Chefe do Departamento de Geologia

Valter Rodrigues Santos Sobrinho

Chefe do Departamento de Informações Institucionais

Edgar Shinzato

Chefe da Divisão de Documentação Técnica

Roberta Pereira da Silva de Paula

Chefe do Departamento de Relações Institucionais e Divulgação

Patrícia Düringer Jacques

Chefe do Núcleo de Comunicação

Heber Vieira de Oliveira

Chefe da Divisão de Editoração Geral

Lucas Victor de Alcântara Estevão

Chefe da Divisão de Marketing e Divulgação

Hemilton Moraes Cunha

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE SALVADOR

Superintendente

Erison Soares Lima

Gerência de Geologia e Recursos Minerais

Edgar Romel Herrera Figueiredo Iza

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM
DIRETORIA DE GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS
I PROGRAMA GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL I

AVALIAÇÃO DOS RECURSOS MINERAIS DO BRASIL

PROJETO DE REAVALIAÇÃO DO PATRIMÔNIO MINERAL - ÁREA TURFA DE SANTO AMARO DAS BROTAS

Estado de Sergipe

ORGANIZADORES

Angeval Alves de Brito
Ricardo Gallart de Menezes
Gustavo Alexandre Silva
Ruben Sardou Filho
Eduardo Moussalle Grissolia
Valter Rodrigues Santos Sobrinho
Ricardo Wosniak

INFORME DE RECURSOS MINERAIS

Série Oportunidades Minerais - Exame Atualizado de Projeto nº 33



Brasília
2023

REALIZAÇÃO

Divisão de Economia Mineral
e Geologia Exploratória

AUTORES

Angeval Alves de Brito
Gustavo Alexandre Silva
Ricardo Gallart de Menezes
Daniella Pascoal de Paiva Macedo
Ruben Sardou Filho
Eduardo Moussalle Grissolia
Davi Nascimento Souza
Ricardo Wosniak

CRÉDITOS

Resumo

Ricardo Gallart de Menezes

1. Introdução

Angeval Alves de Brito
Ricardo Gallart de Menezes

2. Localização, Infraestrutura e Logística

Angeval Alves de Brito
Ricardo Gallart de Menezes

3. Aspectos Legais

Ruben Sardou Filho

4. Fisiografia

Angeval Alves de Brito
Ricardo Gallart de Menezes

5. Considerações sobre a Turfa e Ocorrências no Brasil

Ricardo Gallart de Menezes

6. Geologia Regional

Ricardo Gallart de Menezes
Valter Rodrigues Santos Sobrinho

7. Geologia das Áreas dos Depósitos e Características das Turfas

Ricardo Gallart de Menezes

8. Trabalhos de Pesquisa Realizados

Ricardo Gallart de Menezes
Daniella Pascoal de Paiva Macedo

9. Procedimentos de Resgate dos Dados Analógicos

Daniella Pascoal de Paiva Macedo
Ricardo Gallart de Menezes
Eduardo Moussalle Grissolia

10. Modelagem Geológica

Daniella Pascoal de Paiva Macedo
Eduardo Moussalle Grissolia
Ricardo Wosniak

11. Estimativas de Recursos

Daniella Pascoal de Paiva Macedo
Eduardo Moussalle Grissolia
Ricardo Wosniak

12. Lavra e Beneficiamento

Angeval Alves de Brito

13. Análise Econômica

Gustavo Alexandre Silva

14. Diagnóstico Socioambiental

Davi Nascimento Souza
Ricardo Gallart de Menezes

15. Conclusões e Recomendações

Angeval Alves de Brito
Gustavo Alexandre Silva
Ricardo Gallart de Menezes

16. Referências

Angeval Alves de Brito
Gustavo Alexandre Silva
Ricardo Gallart de Menezes

Colaboração Técnica

Ricardo Gallart de Menezes
Ricardo Wosniak

Compatibilização e Revisão Final

Ricardo Gallart de Menezes

Revisão Ortográfico-Gramatical

Nicole Medeiros Leal

Normalização Bibliográfica

Nicole Medeiros Leal

Apoio Técnico

Alane Cordara

Estagiários

Alice dos Santos Cruz Dias
Vanessa Estrela Santos das Mercês

PROJETO GRÁFICO/EDITORAÇÃO

Capa (DIEDIG)

Lucas Victor de Alcântara Estevão

Miolo (DIEDIG)

Andréia Amado Continentino
Agmar Alves Lopes

Diagramação (ERJ)

DIEDIG

FOTOS DA CAPA

Em cima, esquerda para a direita:

1. Disposição das zonas pantanosas com as ocorrências de turfa entre cordões arenosos marinhos (ao fundo e à direita);

2. Aspecto das ocorrências de turfa de Santo Amaro das Brotas;

Embaixo, esquerda para direita:

3. Turfa preta rica em matéria húmica;

4. Turfa arenosa

Serviço Geológico do Brasil – CPRM

www.cprm.gov.br
seus@cprm.gov.br

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

P964 Projeto de reavaliação do patrimônio mineral Área Turfa de Santo Amaro das Brotas : estado de Sergipe / Organizadores Angeval Alves de Brito ... [et al.]. - Brasília : CPRM, 2023.

1 recurso eletrônico : PDF. -- (Informe de recursos minerais. Série oportunidades Minerais. Exame atualizado de projeto ; 33)

Avaliação dos recursos minerais do Brasil.
ISBN 978-65-5664-370-0

1. Geologia econômica. 2. Recursos minerais. I. Brito, Angeval Alves de (org.). II. Menezes, Ricardo Gallart de (org.). III. Silva, Gustavo Alves da (org.). IV. Sardou Filho, Ruben (org.). V. Grissolia, Eduardo Moussalle (org.). VI. Santos Sobrinho, Valter Rodrigues (org.). VII. Wosniak, Ricardo (org.). VIII. Título. IX. Série.

CDD 553

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Teresa Rosenhayme CRB 5662

Direitos desta edição: Serviço Geológico do Brasil – CPRM
Permitida a reprodução desta publicação desde que mencionada a fonte.

APRESENTAÇÃO

O Serviço Geológico do Brasil (SGB-CPRM) tem a satisfação de disponibilizar à comunidade geocientífica, empresários do setor mineral e à sociedade em geral, o Informe da Série Oportunidades Minerais – Exame Atualizado de Projetos, número 33, Turfa de Santo Amaro das Brotas, do Projeto Reavaliação do Patrimônio Mineral, o qual se insere no Programa **Geologia, Mineração e Transformação Mineral – Avaliação dos Recursos Minerais do Brasil**. O Projeto de Reavaliação do Patrimônio Mineral do SGB-CPRM tem como objetivo resgatar e reavaliar dados geológico, geoquímicos e geofísicos gerados pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais entre as décadas de 1970 e 1990, que constituem o patrimônio mineral da empresa, validando-os, organizando-os em um sistema de banco de dados, integrando-os e reinterpretando-os à luz do conhecimento geológico atual. O projeto é de responsabilidade da Divisão de Economia Mineral e Geologia Exploratória (DIEMGE), sob a coordenação geral do Departamento de Recursos Minerais (DEREM), da Diretoria de Geologia e Mineração (DGM). Nesse sentido, o **Serviço Geológico do Brasil (SGB-CPRM)** apresenta o presente produto com intuito de disponibilizar dados reavaliados sob a ótica de técnicas mais modernas dos recursos de turfa que constituem ativos da empresa situados nos municípios de Santo Amaro das Brotas e Barra dos Coqueiros, na faixa costeira do estado de Sergipe. O trabalho deverá servir de parâmetro para avaliações econômicas em nível conceitual que permitam estimar o valor do ativo mineral e a melhor forma de atuação do SGB-CPRM em futuras licitações para as demais substâncias que compõem seu portfólio. O SGB-CPRM detém 332 processos de direitos minerários ativos no Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM), atual Agência Nacional de Mineração (ANM), em fases variáveis entre alvarás e relatórios de pesquisa, os quais constituem 30 blocos de áreas distribuídos por todo país. Os bens minerais que compõem o portfólio da instituição, com a quantidade de blocos de áreas pertinentes a cada substância indicados entre parênteses, são: fosfato (1), cobre (1), chumbo (1), zinco (1), ouro (4), caulim (1), níquel laterítico (2), gipsita (1), carvão (5), turfa (9), diamante (2), nióbio (1), terras-raras (1) e calcário (1). O presente informe mineral apresenta resultados da modelagem e interpretação dos dados geológicos obtidos durante trabalhos de pesquisa realizados na década de 1980 nas áreas da CPRM, que permitiram esboçar um modelo geológico tridimensional para as camadas de turfa na área de estudo e quantificar seus recursos em bases mais consistentes.

Cassiano de Souza Alves

Diretor-Presidente Interino

Paulo Afonso Romano

Diretor de Geologia e Recursos Minerais Interino

RESUMO

O foco do presente trabalho consistem três depósitos de turfa na costa sergipana, relativos a três áreas de direitos minerários do SGB-CPRM localizadas nos limites dos municípios de Santo Amaro das Brotas e Barra dos Coqueiros, correspondendo aos processos DNPM nºs 870.055/1984, 870.056/1984 e 870.155/1984. Os depósitos de turfa estão inseridos em uma planície costeira formada por sedimentos com idades que variam do Pleistoceno ao Holoceno, compreendendo terraços arenosos marinhos antigos e recentes, em grande parte, estruturados como cordões litorâneos subparalelos à linha de costa, e sedimentos fluviolagunares e fluviais, estes associados a planícies aluviais formadas pelo rio Sergipe e seus afluentes pela margem esquerda, os rios Parnamirim e Pomonga. As ocorrências de turfa estão ligadas a áreas alagadas e pantanosas associadas principalmente a depressões lagunares instaladas sobre terraços marinhos pleistocênicos, isoladas por cordões litorâneos mais recentes, holocênicos. Em função do condicionamento das áreas lagunares aos terraços marinhos, as turfeiras quase sempre estão alinhadas à nordeste, seguindo a orientação desses depósitos. As ocorrências de turfa nas áreas de pesquisa compreendem os depósitos designados Santo Amaro das Brotas, Vela do Meio e Riacho do Mosquito, sendo o primeiro o mais importante em termos de volume de minério, o qual foi objeto de lavra experimental no decorrer das pesquisas realizadas na década de 1980. Essas pesquisas mostram que as turfais estão quase que praticamente aflorantes, com um capeamento estéril inexpressivo, frequentemente inexistente. A estratigrafia dos depósitos tem como substrato sedimentos arenosos correlacionados a terraços marinhos pleistocênicos. O nível inferior do depósito de turfa geralmente está marcado por níveis argilosos em cores cinza, que podem estar separados do embasamento por níveis arenosos com contribuição de matéria orgânica e/ou argilas ou por turfais arenosas. Em sentido de topo, as camadas argilosas podem marcar transição para horizontes argilo-orgânicos e de turfais argilosas, ocorrendo acima destes níveis as turfais propriamente ditas. Foram registrados contatos diretos das turfais com o embasamento arenoso dos terraços marinhos. As turfais são qualificadas como do tipo "pântano baixo" ou "lagunar", caracterizadas como fibrosas a fibro-lenhosas, com coloração castanho escura a preta, podendo apresentar aspecto gelatinoso ou caráter argiloso. Quando bem decompostas exibem cores enegrecidas com poucos restos vegetais reconhecíveis e com grau de humificação de Von Post elevado, entre H6 e H10. Dados da modelagem geológica apontam recursos globais da ordem de 57 milhões de toneladas, com teor médio de cinzas de 13,55% e do poder calorífico de 3.042,68 Kcal/kg, sendo a densidade média em base seca (dry bulk density) de 0,072. A turfeira Santo Amaro das Brotas responde por 64% da tonelagem de minério, com teores médios de cinzas bastante distintos para os recursos quantificados pela modelagem para as duas áreas de processos onde ocorre, ou seja, 4,13% na área do processo 870.155/84 e 10,10% na do processo 870.055/84, para volumes respectivos de minérios de 81.282 m³ e 424.142 m³. Os percentuais médios do poder calorífico obtidos nessas áreas foram, respectivamente, de 5.354,54 Kcal/kg e 4.629,70 Kcal/kg. Por se tratarem de dados históricos, onde requisitos mínimos não foram atendidos, conforme exige o código internacional JORC, os recursos obtidos pela modelagem são classificados como uma estimativa do potencial exploratório. Aspectos que devem ser considerados na avaliação dos depósitos são: (i) a localização privilegiada, adjacentes aos potenciais centros consumidores; (ii), a excelente infraestrutura da região; (iii) a existência de quase uma dezena de ocorrências de turfa distribuídas a norte das áreas pesquisadas, até a margem do Rio São Francisco, ainda carentes de estudos de maior detalhe, que acrescentariam, em muito, a disponibilidade dos recursos da substância; e (iii) estudos atuais sobre aplicações da substância, que vão muito além do uso energético e na agricultura, constituindo insumo para as indústrias química, têxtil e de bebidas, assim como na construção civil.

ABSTRACT

This work focuses on three peat deposits from Sergipe, northeastern Brazil, which are related to three areas of the SGB-CPRM mining rights (DNPM processes nº 870055/1984, 870056/1984 and 870155/1984) located in the municipalities of Santo Amaro das Brotas and Barra dos Coqueiros. The deposits occur in a coastal plain formed by Pleistocene to the Holocene sediments, comprising ancient and recent marine sandy terraces, largely detachable as structures aligned and subparallel to the coast, as well as sediments from alluvial plains, lagoons, and mixed environments, associated with the Sergipe river and its tributaries on the left bank, the Parnamirim, and Pomonga rivers. The peat was deposited in wetlands and swampy areas associated mainly with lagoon depressions installed on Pleistocene marine terraces, isolated by more recent, Holocene coastal strings. Due to the conditioning of the lagoon areas to the marine terraces, the peatlands are usually aligned to the northeast, following the orientation of these deposits. Peat occurrences in the research areas comprise the Santo Amaro das Brotas, Vela do Meio, and Riacho do Mosquito deposits, the first being the most important in terms of ore volume, which was experimentally mined during the 1980s research. These researches show that the peat crop out or occur in shallow depths, having an inexpressive barren capping. The stratigraphy of the deposits comprises sandy sediments as a substrate correlated to Pleistocene marine terraces. The lower level of the peat deposit is usually marked by gray clay layers, which can be separated from the basement by sand layers with contribution of organic matter and/or clays or by sandy peat. At the top, the clay layers can mark the transition to clay-organic horizons and clay peat, with the peat itself occurring above these levels. Direct contacts of the peat with the sandy bottom of the marine terraces were recorded. The peat is classified as "low swamp" or "lagoon type", dark brown to black, fibrous to fiber-woody, and may present a gelatinous aspect or a clay character. When well decomposed, it exhibits blackish colors with few recognizable vegetal remains and with a high degree of Von Post humification, ranging from H6 to H10. Geological modeling data point to global resources of around 57 million tons, with an average ash content of 13.55% and a calorific value of 3,042.68 Kcal/kg, with an average dry bulk density of 0.072 g/cm³. The Santo Amaro das Brotas deposit accounts for 64% of the tonnage of ore, with very different average ash contents for the resources quantified by modeling for the two process areas where it occurs, which are 4.13% and 10.10% in the process areas 870.155/84 and 870.055/84, for ore volumes corresponding to 81,282 m³ and 424,142 m³, respectively. The average percentages of the calorific value obtained in these areas were, respectively, 5,354.54 Kcal/kg and 4,629.70 Kcal/kg. As these are historical data, where minimum requirements have not been met, as required by the international JORC code, the resources obtained by the modeling are classified only as an estimate of the exploratory potential. Aspects that should be considered in the evaluation of the deposits are: (i) the privileged location, adjacent to the potential consumer centers, the excellent infrastructure of the region, the existence of almost a dozen occurrences of peatlands distributed to the north of the researched areas, up to the margin of the São Francisco River, still in need of more detailed studies, which they would greatly add the availability of the substance's resources; and (iv) the current studies on applications of the substance that go far beyond the use or in the agriculture or power, constituting raw material for the chemical, textile, and beverage industries, as well as in the civil construction.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
2. LOCALIZAÇÃO, INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA	11
3. ASPECTOS LEGAIS	13
4. FISIOGRAFIA	15
4.1. CLIMA	15
4.2. VEGETAÇÃO	15
4.3. GEOMORFOLOGIA.....	16
4.4. HIDROGRAFIA	16
5. CONSIDERAÇÕES SOBRE A TURFA E OCORRÊNCIAS NO BRASIL	18
6. GEOLOGIA REGIONAL.....	22
7. GEOLOGIA DAS ÁREAS DOS DEPÓSITOS E CARACTERÍSTICAS DA TURFAS	25
8. TRABALHOS DE PESQUISA REALIZADOS	28
9. PROCEDIMENTOS DE RESGATE DOS DADOS ANALÓGICOS	30
9.1. ESPACIALIZAÇÃO DOS DADOS	30
9.1.1. Digitalização, Georreferenciamento e Vetorização dos Mapas	30
9.1.2. Topografia e MDT	31
10. MODELAGEM GEOLOGICA	34
10.1. METODOLOGIA.....	35
10.2. MODELAGEM GEOLÓGICA DOS DEPÓSITOS DE TURFA	50
11. ESTIMATIVA DE RECURSOS	57
11.1. AMOSTRAS COMPOSTAS.....	57
11.2. TEORES	58
11.2.1. Turfeira Santo Amaro das Brotas	58
11.2.2. Vela do Navio/Riacho dos Mosquito	60
11.3. DENSIDADE	60
11.4. MODELOS DE BLOCOS.....	60
11.5. METODOLOGIA DE ESTIMATIVA E CLASSIFICAÇÃO DE RECURSOS.....	61
11.6. PARAMETRIZAÇÃO DOS RECURSOS GEOLÓGICOS	61
11.6.1. Parametração por Espessura da Camada	62
11.6.2. Parametração por Teor de Cinzas	62
11.6.3. Parametração pelo Poder Calorífico	62
11.7. QUADRO DE RECURSOS.....	62
11.8. VALIDAÇÃO DAS ESTIMATIVAS	65

12. LAVRA E BENEFICIAMENTO	71
12.1. LAVRA	71
12.1.1. Produção de Turfa Moída por Raspagem	71
12.1.2. Produção de Turfa Moída por Aspiração.....	72
12.1.3. Produção de Turfa Extrudada.....	72
12.1.4. Produção Hidráulica da Turfa	72
12.2. BENEFICIAMENTO	72
12.2.1. Briquetagem e Peletização.....	72
12.2.2. Carbonização Úmida.....	72
13. ANÁLISE ECONÔMICA	73
13.1. HISTÓRICO E ASPECTOS MERCADOLÓGICOS DA TURFA	73
13.1.1. Panorama Mundial	74
13.1.2. Panorama Nacional	76
13.1.2.1. Mercado Consumidor.....	76
13.1.2.2. Estrutura Produtiva	77
13.1.2.3. Principais Empresas Produtoras.....	77
13.2. PREÇOS.....	78
13.3. PERSPECTIVAS E INVESTIMENTOS	79
13.3.1. Usos, Aplicações Promissoras e Substitutos	80
13.3.2. Projeções para o Futuro	81
13.3.3. Mercado da Turfa no Brasil	81
14. DIAGNOSTICO SOCIOAMBIENTAL	84
14.1. ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS	84
14.2. RECURSOS HÍDRICOS, VEGETAÇÃO E USO DO SOLO	85
14.3. ESPAÇOS TERRITORIAIS PROTEGIDOS OU DE USO RESTRITO	86
14.4. IMPACTOS POTENCIAIS	87
15. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	90
REFERÊNCIAS.....	92

1. INTRODUÇÃO

Desde 2010 o SGB-CPRM desenvolve um trabalho de reavaliação dos ativos que compõem seu patrimônio mineral, com o objetivo de prepará-los para futuras negociações e/ou leilões públicos, de acordo com as estratégias do Ministério de Minas e Energia. Essa cessão dos direitos apresenta-se como uma das alternativas para alavancar novos investimentos para o setor mineral brasileiro.

Atualmente, a carteira de ativos minerários do SGB-CPRM compreende 332 processos, em fases variáveis entre alvarás e relatórios de pesquisa aprovados, consolidados em 30 blocos de áreas (Figura 1), referentes a 14 bens minerais, distribuídos por todo o país.

Dentre as substâncias que constituem o portfólio da empresa, com a quantidade de blocos de áreas pertinentes a cada substância indicados entre parênteses, são: fosfato (1), cobre (1), chumbo (1), zinco (1), ouro (3), caulim (1), níquel laterítico (2), gipsita (1), carvão (5), turfa (9), diamante (2), nióbio (1), terras raras (1) e calcário (1).

O Projeto Turfa de Santo Amaro de Brotas teve como objetivo resgatar e reavaliar os dados e informações geológicas relativas a três áreas protocolizadas junto ao DNPM referentes aos processos nºs 870.056/1984, 870.055/1984 e 870.155/1984, totalizando 2.095,73 hectares, localizadas na costa do estado de Sergipe (Figura 2).

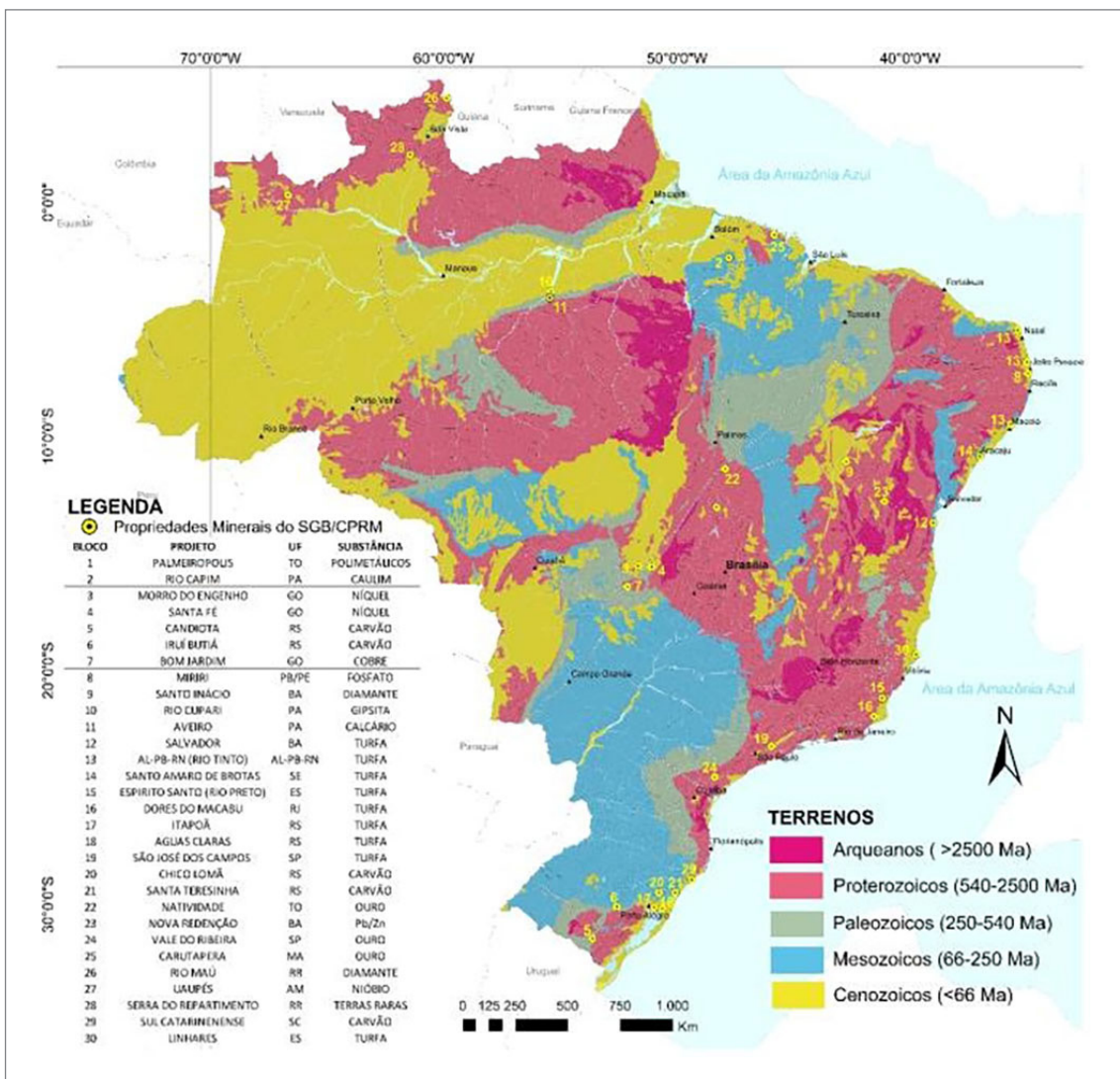


Figura 1 - Mapa com a localização dos blocos de áreas de direitos minerários do SGB-CPRM (Elaboração: Ricardo Wosniak).

Essas poligonais fazem parte das áreas abrangidas pelo Projeto Turfa na Faixa Costeira Bahia-Sergipe, instituído pelo SGB-CPRM na esteira de uma política governamental de mobilização energética na década de 1970, que selecionou cinco grandes áreas de maior potencial para pesquisa da substância (A, B, C, D e E), ao largo da costa dos dois estados, desde do município de Caravelas, no sul da Bahia, até a faixa litorânea norte de Sergipe. As poligonais dos processos em apreço fazem parte da denominada Área A do citado projeto e abrangem três turfeiras, denominadas Santo Amaro das Brotas, Vela do Navio e Riacho do Mosquito que foram selecionadas para reavaliação de seus dados pelo presente trabalho.

Os dados históricos da pesquisa estão consolidados em quatro relatórios, três deles desenvolvidos por meio de um convênio entre o SGB-CPRM e o Departamento Nacional da Produção Mineral (Atual ANM). Destes, dois, finalizados em 1981 e 1983, são relativos, respectivamente, a 1ª Fase (relatório de progresso) e 3ª Fase (relatório final) do Projeto Turfa na Faixa Costeira Bahia-Sergipe, enquanto o terceiro, concluído em 1985, é pertinente a um relatório

com estudos de pesquisa de detalhe sobre a turfeira Santo Amaro das Brotas, visando sua lavra experimental. O último relatório, executado pelo SGB-CPRM, reproduz os dados desse último trabalho, que foi apresentado em 1985 ao órgão fiscalizador.

Os trabalhos históricos, implementados até a primeira metade da década de 1980, compreenderam estudos de: (i) fotointerpretação; (ii) pesquisa bibliográfica; (iii) mapeamento geológico com elaboração de perfis de detalhe; (iv) mapeamento topográfico; (v) sondagens a trado convencional e com amostrador de pistão; (vi) determinações físico-químicas e análises palinológicas para caracterização das turfas; e (vii) cálculo com estimativas de reservas e considerações econômicas, com estudos de mercado e ensaios de beneficiamento de minério.

Os estudos para reavaliação dos depósitos compreenderam a recuperação dos dados das pesquisas, relativos a furos de sondagem, transformados em formatos digitais e vetorizados, assim como de seus perfis e dados analíticos diversos, e mapas geológicos. Os boletins históricos de sondagem e de ensaios analíticos resgatados foram organizados em pastas específicas, conforme determina as normas internacionais aplicadas à exploração mineral.

Entre as atividades desenvolvidas pelo Projeto, constou um reconhecimento *in loco* da região, que teve como objetivo avaliar a sua infraestrutura e logística, características geológicas dos locais com os furos de sondagem, assim como levantar a situação das áreas de processo com respeito a eventuais ocupações por terceiros, com elaboração de diagnósticos e proposições de medidas para os devidos ajustes. Nesse reconhecimento, realizado em fins de agosto de 2018, foi constatada a facilidade de acesso às áreas em função da boa qualidade das vias vicinais (Figura 3), a presença de construções de particulares, assim como



Figura 2 - Localização das áreas de processo para pesquisa de turfa na costa de Sergipe (Elaboração: Angeval Alves de Brito).



Figura 3 - Aspecto da paisagem física das áreas de turfa da CPRM. Em primeiro plano, aspecto das vias vicinais de acesso (Foto: Angeval Alves de Brito)

de atividades de carcinicultura (Figura 4) e de pontos de extração de areia, aparentemente ilegais.

Visando maximizar a confiança nos dados originais dos trabalhos históricos, foi realizada a sua consistência, inserindo no banco de dados para os estudos de modelagem apenas aqueles considerados válidos. Para melhor entendimento geológico e da aplicabilidade das técnicas exploratórias



Figura 4 - Atividades de carcinicultura em áreas alagadas na região de pesquisa de turfa (Foto: Angeval Alves de Brito)

utilizadas no passado foram consultadas diversas fontes de estudos sobre a gênese das jazidas.

A modelagem tridimensional dos corpos de minério foi realizada em escala compatível, tendo a altimetria SRTM usada, corrigida com dados de amarração obtidos na fase de reconhecimento de campo, todos devidamente localizados espacialmente.

O modelo de blocos foi validado para verificação de ajuste/perda/ganho de material (litologia/geologia), assim como para a interpolação de teores. O *software* Strat 3D (versão 2.1.75.0) foi utilizado para integração de todos os dados disponibilizados em ambiente SIG (dados 2D) e na plataforma CAE *mining* (dados 3D) para gerar os modelos e parametrizar os recursos.

O cálculo dos recursos foi realizado com base nas orientações contidas nos códigos JORC (*Joint Ore Reserves Committee*), da Austrália, e NI43 -101, do Canadá. Contudo, por se tratar de dados históricos não foi possível atender suas normas por completo.

O presente relatório foi conduzido pelo Departamento de Recursos Minerais (DEREM) do SGB-CPRM, por meio da Divisão de Economia Mineral e Geologia Exploratória (DIEMGE) e com apoio da superintendência regional de Salvador. Todas as atividades foram acompanhadas por um ou mais técnicos não ligados à DIEMGE, possibilitando treinamento e transferência de conhecimento em avaliação de recursos minerais.

2. LOCALIZAÇÃO, INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA

As áreas do projeto com os depósitos de turfa estão situadas nos municípios de Santo Amaro de Brotas e Barra dos Coqueiros, com localização estratégica, praticamente adjacentes à cidade de Aracaju e separadas desta pelo rio Sergipe, que pode ser transposto por uma ponte estaiada que une a capital sergipana à cidade de Barra dos Coqueiros.

Devido a essa proximidade, a infraestrutura e logística da região são bastante privilegiadas. Todas as áreas de pesquisa têm fácil acesso por rodovias asfaltadas, como as estaduais SE-100 e SE-240 (Rodovia Delmiro Gouveia), assim como por meio de uma densa rede de estradas vicinais com pavimentação natural. As vias estaduais asfaltadas apresentam boas condições de tráfego e encontram-se bem sinalizadas, devendo ser destacados como aspectos positivos a qualidade das vias vicinais, que alcançam as áreas pesquisadas e o fornecimento de energia e água à região.

A rodovia SE-240, que atravessa a porção norte das áreas, tem sua relevância por unir a estrada federal BR-101 ao terminal portuário marítimo Inácio Barbosa (TMIB), no município de Barra dos Coqueiros, o único do estado, que também pode ser acessado diretamente de Aracaju pela via SE-100. Este terminal, de acordo com a sua operadora, a VL! Logística (Grupo Vale), possui características que permite a movimentação de granéis sólidos e líquidos, além de operações *offshore*, sendo utilizado como suporte para embarcações de apoio as plataformas de petróleo próximas à costa marítima. Sua estrutura inclui um píer de atracação para granéis com 356 metros de comprimento, um píer de atracação para operação *offshore* com 59 metros de comprimento, sete armazéns com capacidade estática de 55 mil toneladas, dois pátios de granéis com capacidade estática de 90 mil toneladas e três silos de granéis com capacidade estática de 60 mil toneladas. Os principais produtos movimentados pelo porto incluem coque, ureia, cimento, clínquer (escória siderúrgica), trigo, soja, fertilizantes, ácido sulfúrico e derivados. O porto é do tipo píer, com dois berços de atracação e abrigado por um quebra-mar com 550 m de comprimento (Figura 5).

O suprimento de energia elétrica em Sergipe está integrado ao sistema de geração das usinas hidroelétricas de Paulo Afonso e Xingó, da Companhia

Hidroelétrica do São Francisco (CHESF), com duas concessionárias de energia, a Energisa Sergipe e a SULGIPE, além de uma permissionária, a CERCOS. A Energisa é a maior concessionária de energia elétrica do estado e responsável por sua distribuição na área onde estão localizadas as áreas pesquisadas. Recentemente incorporada à infraestrutura energética de Sergipe, foi inaugurada a UTE Porto de Sergipe, considerada a maior termelétrica da América Latina movida a gás natural e com capacidade de geração de 1.551 MW. Está localizada no município de Barra dos Coqueiros e tem como controladora a CELSE (Centrais Elétricas de Sergipe S/A). A infraestrutura energética do estado inclui ainda um parque eólico na mesma região da UTE Porto de Sergipe e dezenas de pequenas termelétricas particulares, a grande maioria movida a óleo diesel (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2019).

O único eixo ferroviário ativo no estado faz parte da malha da ferrovia Centro-Atlântica S.A., operada pela VL! Logística. Possui bitola métrica e permite a conexão por trilhos do estado de Sergipe à região sudeste do país, assim como ao polo frutícola e vitivinícola de Juazeiro/Petrolina. Os principais produtos transportados incluem derivados de petróleo, cimento, calcário, farelo de soja, soja, trigo e soja.

Toda infraestrutura da região onde está situada as áreas de pesquisa do Projeto pode ser visualizada na Figura 6.

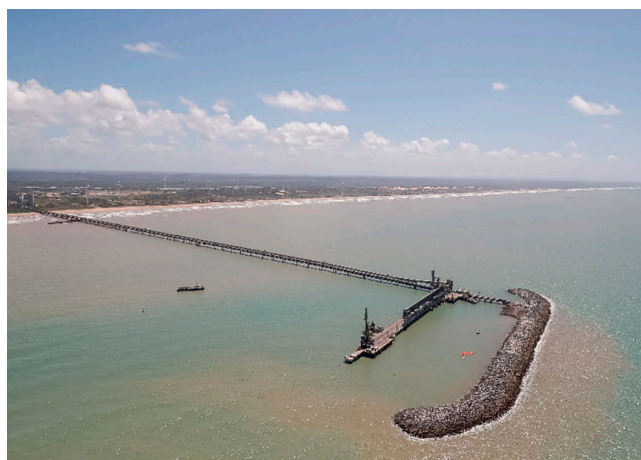


Figura 5 - Terminal portuário Inácio Barbosa na costa do estado de Sergipe. Fonte: VL! Logística (2019).

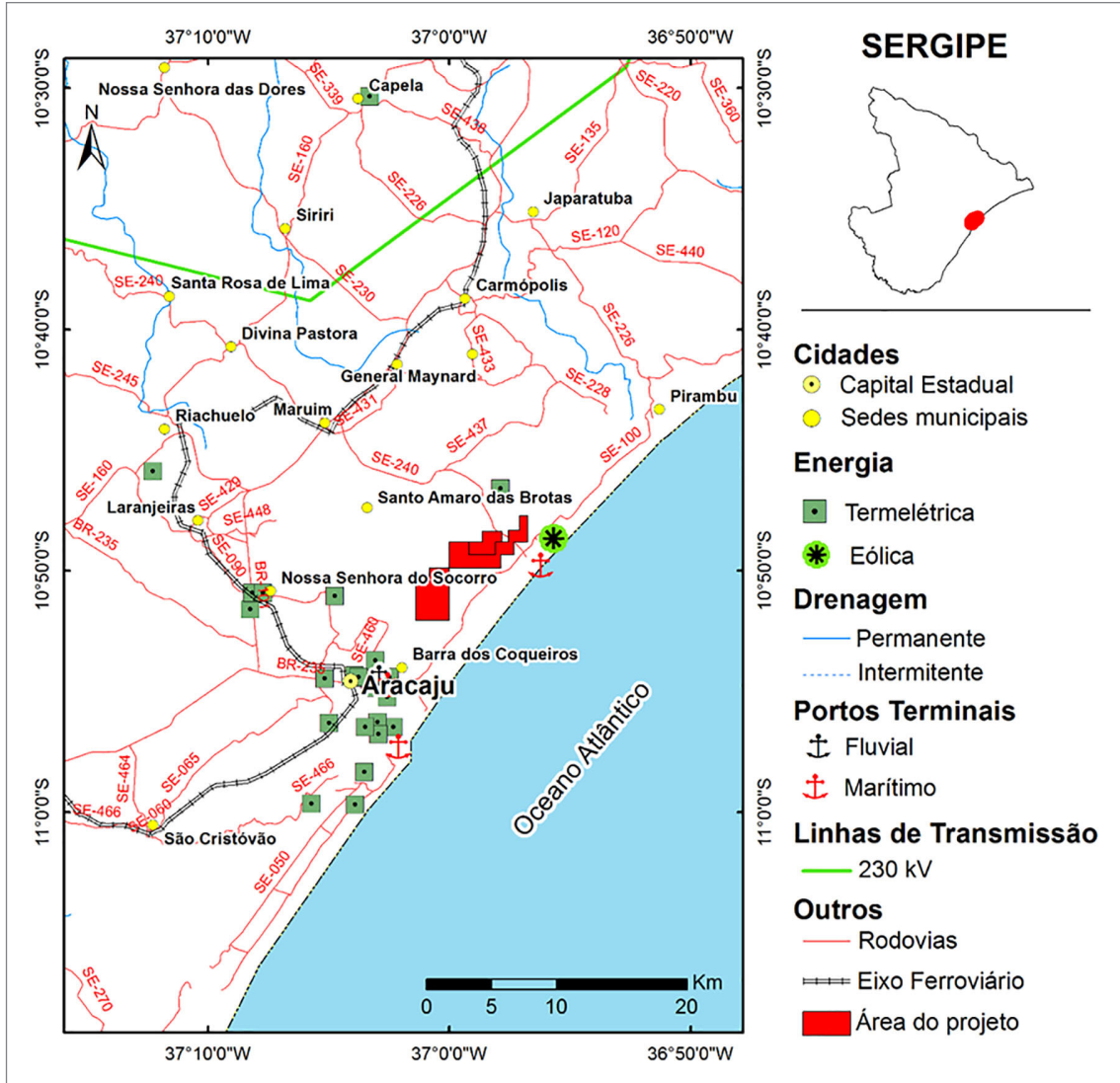


Figura 6 - Infraestrutura regional com a localização das áreas de pesquisa de turfa do SGB-CPRM (Elaboração: Alane Cordara).

3. ASPECTOS LEGAIS

O histórico das etapas e a situação legal dos três processos relativos aos ativos de turfa no estado de Sergipe (870.055/84, 870.056/84 e 870.155/84), estão sumarizados nas Tabelas 1 a 4 a seguir.

Tabela 1 - Processo DNPM nº 870.055/84 – Área SE/01 (Elaboração: Ruben Sardou Filho)

DATA	HISTÓRICO DO PROCESSO	FOLHAS
31/01/84	Requerimento para pesquisa de arenito betuminoso nos municípios de Barra dos Coqueiros e Santo Amaro de Brotas, estado do Sergipe, com área de 360,00 hectares, localizada próximo a ilha de Santa Luzia e banhada pelo pelos rios Pomonga e Parnamirim.	01/41
06/02/85 (DOU)	Obtido o alvará de pesquisa nº 851 datado 25/01/85 (3 anos).	60
21/02/85	Comunicado pela CPRM a existência de turfa, que solicita a devida averbação.	62
25/03/85	Encaminhado pela CPRM novo plano de pesquisa.	71/92
28/01/88	Apresentado pela CPRM relatório final de pesquisa único, incluindo processos nºs 870.056/84 e 870.155/84	93/98
25/01/95	Administração Estadual do Meio Ambiente (ADEMA) informa que a área pesquisada pela CPRM está inserida na área do polo cloroquímico de Sergipe (proposta pelo IBAMA-DF).	137
27/05/10 (DOU)	Publicada a aprovação do relatório final de pesquisa para turfa com redução de área para 320 ha. Reserva Medida: 16.188 t Reserva Indicada: 8.549 t Reserva Inferida: 22.941 t	165
04/08/14	O processo encerrado e arquivado na agência da ANM/SE.	185
Após a documentação expedida pela ADEMA e aprovação do RFP pelo DNPM (atual ANM), não ocorreu nenhum fato que obstaculizasse o indeferimento do processo em pauta.		

Tabela 2 - Processo DNPM nº 870.056/84 (Elaboração: Ruben Sardou Filho)

DATA	HISTÓRICO DO PROCESSO	FOLHAS
31/01/84	Requerimento para pesquisa de arenito betuminoso nos municípios de Barra dos Coqueiros e Santo Amaro de Brotas, estado do Sergipe, com área de 1.700,00 hectares, localizada próxima a ilha de Santa Luzia e banhada pelo pelos rios Pomonga e Parnamirim.	01/41
20/02/85 (DOU)	Obtido o alvará de pesquisa nº 1.197 datado 05/02/85 (3 anos).	53
14/03/85	Comunicado pela CPRM a existência de turfa, que solicita a devida averbação.	54
28/01/88	Apresentado pela CPRM relatório final de pesquisa único, incluindo processos nºs 870.055/ e 870.155/84.	60/67
25/01/95	A ADEMA informa que a área pesquisada pela CPRM está inserida na área do polo cloroquímico de Sergipe (proposta pelo IBAMA-DF).	105
27/05/10 (DOU)	Publicada a aprovação do relatório final de pesquisa para turfa com redução de área para 900 ha. Reserva Medida: 3.407 t Reserva Indicada: 823 t Reserva Inferida: 8.676 t	132
13/06/14	O processo encerrado e arquivado na agência da ANM/SE.	151
Após a documentação expedida pela ADEMA e aprovação do RFP pelo DNPM (atual ANM), não ocorreu nenhum fato que obstaculizasse o indeferimento do processo em pauta.		

Tabela 3 - Processo DNPM nº 870.155/84 – Área SE/05 (Elaboração: Ruben Sardou Filho)

DATA	HISTÓRICO DO PROCESSO	FOLHAS
22/02/84	Requerimento para pesquisa de folhelho betuminoso nos municípios de Barra dos Coqueiros e Santo Amaro de Brotas, estado do Sergipe, com área de 1.906,12 hectares, localizada próxima a ilha de Santa Luzia e banhada pelo pelos rios Pomonga e Parnamirim.	01/42
13/03/85 (DOU)	Obtido o alvará de pesquisa nº 1.891 datado 07/03/85 (3 anos).	54
04/06/85	Encaminhado pela CPRM novo plano de pesquisa.	55/74
04/06/85	Comunicado pela CPRM a existência de turfa, que solicita a devida averbação.	75
28/01/88	Apresentado pela CPRM relatório final de pesquisa único, incluindo processos nºs 870.055/84 e 870.056/84.	80/85
25/01/95	A ADEMA informa que a área pesquisada pela CPRM está inserida na área destinada ao polo cloroquímico de Sergipe (proposta pelo IBAMA-DF).	125
27/05/10 (DOU)	Publicada a aprovação do relatório final de pesquisa para turfa com redução de área para 875,73 ha. Reserva Medida: 3.623 t Reserva Indicadas: 2.301 t Reserva Inferida: 12.997 t	154
13/06/14	O processo encerrado e arquivado na agência da ANM/SE.	151

Após a documentação expedida pela ADEMA e aprovação do RFP pelo DNPM (atual ANM), não ocorreu nenhum fato que impedisse o indeferimento do processo em pauta.

Tabela 4 - Resumo da situação final dos processos analisados, conforme ata publicada em maio de 2010, com quantitativo das reservas e da área das poligonais efetivamente reconhecidas (Elaboração: Ruben Sardou Filho)

PROCESSOS DNPM (nºs)	SUBSTÂNCIA APROVADA PELO DNPM	NÚMERO DO ALVARÁ DE PESQUISA E DATA DE PUBLICAÇÃO	DATA DE PUBLICAÇÃO NO DOU DO RELATÓRIO FINAL PESQUISA APROVADO	ÁREA (ha)	RESERVAS (t)
870.055/84	TURFA	851 de 25/01/85. DOU de 06/02/85	27/05/10	320,00	Medida: 16.188 t
					Indicada: 8.549 t
					Inferida: 22.941 t
870.056/84		1.197 de 05/02/85. DOU de 20/02/85	27/05/10	900,00	Medida: 3.407 t
					Indicada: 823 t
					Inferida: 8.676 t
870.155/84		1.891 de 07/03/85. DOU de 13/03/83	27/05/10	875,73	Medida: 3.623
					Indicada: 2.301
					Inferida: 12.997

Os dados apresentados nas tabelas foram obtidos por meio de consultas aos relatórios de pesquisa em nome da CPRM existentes no arquivo da agência da ANM em Aracaju, Sergipe.

Um aspecto a ressaltar desse levantamento é a inexistência de registros de ocorrências, da parte do titular, que pudessem obstruir o indeferimento dos processos pelo órgão regulador após apresentado o relatório final de pesquisa em 1988, que viria ser aprovado somente em 2010. De acordo com o levantamento, o fator motivador para o indeferimento seria o conflito das poligonais com a área então delimitada para o futuro polo cloroquímico do Estado, decretada pelo governo federal em 1988, que foi endossado na época pela ADEMA (Administração

Estadual do Meio Ambiente de Sergipe). Entretanto, na ocasião da consulta dos processos na agência da ANM, em março de 2019, foi obtida junto ao setor de licenciamento da ADEMA a informação da extinção, há muito tempo, desse objetivo, deixando de ser um obstáculo para aprovação dos processos. Parte da área que seria destinada ao polo cloroquímico está hoje ocupada pelas instalações da UTE Porto de Sergipe, administrada pela CELSE, que tem linhas de transmissão atravessando as áreas tituladas ao SGB-CPRM.

Acrescenta-se que estas informações têm caráter estritamente técnico, baseado em análise *in loco* dos respectivos processos, cabendo as instâncias administrativa e jurídica do SGB-a CPRM a definição sobre o relatado.

4. FISIOGRAFIA

4.1. CLIMA

O estado de Sergipe apresenta temperaturas médias elevadas e variação térmica anual pequena, apresentando uma amplitude térmica média inferior a 5°C, além de um regime pluvial decrescente do litoral ao interior do estado. As áreas em vigência pertencem ao domínio tropical úmido, conforme os critérios de classificação de Köppen (1928).

A faixa litorânea caracteriza-se por elevadas precipitações, média de 1355 mm/ano, podendo atingir valores superiores a 1800mm, e umidade relativa do ar elevada, com média anual de 80%. A estação de inverno é a mais chuvosa, compreendida entre os meses de abril e agosto, com os períodos de maior seca registrados entre os meses de novembro e janeiro, conforme mostra a Figura 7.

Em relação ao regime dos ventos, as áreas litorâneas sofrem influência constantes dos ventos alísios, as brisas marinhas, tendo nos meses de inverno ventos associados a frentes frias vindas da região sudeste do país.

A evaporação possui valores médios de 1000 mm/ano, sendo que no verão esses valores tendem a ser superiores. A temperatura média anual fica em torno dos 25°C, com temperaturas mínimas que chegam a 20°C no período chuvoso e máximas acima de 29°C no verão (Figura 8).

4.2. VEGETAÇÃO

De acordo com a classificação de cobertura vegetal realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2018), a planície costeira onde estão localizadas as poligonais para pesquisa de turfa é definida como uma zona úmida, onde predominam restingas e manguezais, ambos representativos de ecossistemas costeiros de transição entre biomas terrestres e marinhos, além de ambientes de dunas originadas pelo retrabalhamento eólico de terraços ou cordões arenosos marinhos mais recentes depositados juntos a linha de costa. São ecossistemas pertencentes ao bioma Mata Atlântica. Nesta região predominam vegetação perenifólia, com fitofisionomias principalmente herbáceas, seguindo-se de vegetações arbustivas e arbóreas (DANTAS, 2019). Características desses ecossistemas costeiros são descritas a seguir, assim como, de forma mais detalhada, no subitem 14.2.

- **Restinga**

A restinga abrange terraços e cordões arenosos marinhos, que ocorrem paralelos à linha de costa, tanto

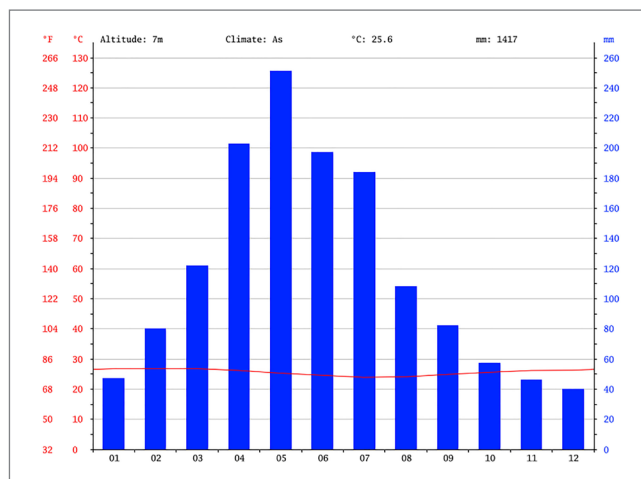


Figura 7 - Pluviosidade média do município de Barra dos Coqueiros, do ano de 2018, com regime médio de 1417 mm/ano (Fonte: CLIMATEMPO, 2019).

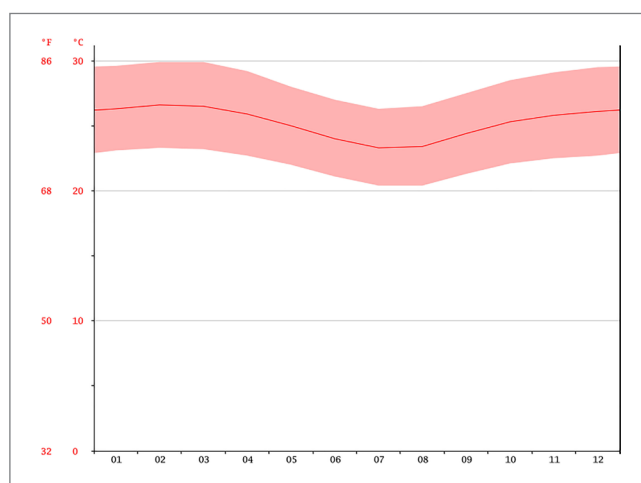


Figura 8 - Gráfico com a amplitude das temperaturas e suas médias ao longo do ano na região de Santo Amaro de Brotas. Fonte: CLIMATEMPO, 2019..

internamente como adjacentes ao litoral, com forma geralmente alongadas produzidas pelos processos de sedimentação. Nas restingas se encontram diferentes comunidades que recebem influência marinha, também consideradas comunidades edáficas por dependerem mais da natureza do substrato do que do clima.

Caracterizam-se por apresentar uma vegetação adaptada ao solo arenoso e pobre em nutrientes, além de fatores físicos críticos como salinidade, forte presença de ventos, extremos de temperatura,

solo instável e insolação. A vegetação é composta moitas densas interconectadas, formando grandes manchas com vegetação arbustivo-herbácea, ou de forma espaçada rodeada por solos desnudos. A vegetação inclui, principalmente, arbustos de cactos, bromélias de raízes livres e árvores atrofiadas.

- **Manguezais**

A resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (2002) define restinga como constituída por um ecossistema litorâneo que ocorre em terrenos baixos sujeitos a ação das marés formadas por vasas lodosas recentes ou arenosas, às quais se associa, predominantemente, a vegetação natural conhecida como mangue, com influência fluviomarinha, típica de solos limosos de regiões estuarinas. As zonas de mangue normalmente ocupam depressões entre terraços marinhos onde originalmente foi instalada uma rede de drenagem condicionada ao alinhamento dos cordões arenosos litorâneos.

O Manguezal é a comunidade microfanerófitica de ambiente salobro, situada na desembocadura de rios e regatos no mar, onde, nos solos limosos (manguitos), cresce uma vegetação especializada, adaptada à salinidade das águas, com a seguinte sequência: *Rhizophora mangle L.*, *Avicennia sp.*, cujas espécies variam conforme a latitude, e *Laguncularia racemosa (L.) C. F. Gaertn.*, que cresce nos locais mais altos, só atingidos pela preamar. Nesta comunidade, pode faltar um ou mesmo os dois elementos.

- **Dunas**

As dunas, formadas pela ação dos ventos sobre cordões litorâneos marinhos, formam campos extensos em parte da faixa litorânea entre os municípios de Barra dos Coqueiros e Pirambu. Sua vegetação é composta por espécimes que ocupam um substrato arenoso instável, apresentando adaptações ao ambiente de alta salinidade, baixo teor de matéria orgânica, ventos fortes, altas taxas de infiltração e, conseqüentemente, com baixa retenção de umidade (DANTAS, 2019). São comunidades frequentemente denominadas como halófila e psamófila. Possuem zoneamento que vai de uma vegetação composta por ervas pioneiras, geralmente rasteiras e espaçadas, a uma vegetação de maior porte nas dunas mais continentais, formada pelas mesmas espécies que ocorrem próximas a linha de praia. Em porções de dunas interioranas associam-se vegetações formadas por espécies lenhosas, como subarbustos, arbustos e árvores isoladas ou formando grupamentos.

4.3. GEOMORFOLOGIA

A região com as áreas de pesquisa está inserida na unidade geomorfológica definida como “Planície Costeira de Sergipe” (CARVALHO; MARTINS, 2017), caracterizada por um modelado de relevo litorâneo

suave, que se estende como uma franja litorânea com largura entre 5 km e 15 km, tendo a sua retaguarda, a leste, formas de relevo em tabuleiros sustentadas por rochas sedimentares com baixo grau de litificação da unidade geológica Grupo Barreiras. A planície costeira representa um modelo clássico das costas que avançam em direção ao oceano e que ao longo da sua evolução geomorfológica mostra a forte influência das condições marinhas de regressão associadas às relativas mudanças de nível do mar, além dos fatores morfogenéticos que atuaram no Quaternário (DOMINGUEZ; BITTENCOURT; MARTIN, 1992). Corresponde aos domínios geológicos dos terraços marinhos, dunas costeiras e estuários, que refletem influências dos processos de origem marinha, eólica e fluviomarinha.

A feição morfológica dominante é formada por terraços marinhos de duas gerações, estruturados como cordões arenosos, os mais antigos de idade pleistocênica (10 a 15 m acima do nível do mar), e as planícies marinhas holocênicas, com cotas mais baixas (5 a 10 m) e adjacentes à linha de costa. Entre essas duas gerações de cordões marinhos ocorrem áreas de brejos intercordões, resultantes da colmatagem de paleolagunas, com cotas mais baixas, quase ao nível do mar, com características fluviomarinhas e ocorrências de manguezais (CARVALHO; MARTIN, 2017).

4.4. HIDROGRAFIA

As áreas do Projeto estão na abrangência da bacia do Rio Sergipe, tendo como principais afluentes, que atravessam a área de trabalho, os rios Parnamirim e Pomonga, localizados na sua margem esquerda, com cursos paralelos a linha de costa, condicionados aos alinhamentos de terraços arenosos marinhos. Esses rios, com algumas dezenas de quilômetros, possuem características marcantemente meandantes, diferindo o Rio Parnamirim pela localização da sua calha, adjacente e disposta ao longo da bases das escarpas formadas pelos tabuleiros do Grupo Barreiras, para onde se estende sua rede de captação de águas. Sua principal nascente é a Lagoa dos Mastros, localizada no topo da unidade.

O Rio Pomonga, por sua vez, flui praticamente junto ao litoral, não possuindo uma rede de captação de águas como do Rio Parnamirim. Está ligado a bacia do Rio Japarutuba através do chamado Canal do Pomonga, na altura da divisa entre os municípios de Barra dos Brotas e Pirambu, que foi construído no século IX com o objetivo de estabelecer um elo entre as bacias dos rios Japarutuba e Sergipe.

As formações superficiais cenozoicas possuem o comportamento de aquífero granular, caracterizado por porosidade primária, que nos terrenos arenosos confere uma elevada permeabilidade, possibilitando,

em geral, boas condições de armazenamento e fornecimento de água subterrânea. Nesse contexto, incluem-se como importantes mananciais os sedimentos do Grupo Barreiras, notadamente os arenitos impuros, com as águas subterrâneas associadas a aquíferos porosos semiconfinados. Outros mananciais na região correspondem às áreas formadas pelos sedimentos

inconsolidados recentes depósitos eólicos litorâneos, fluviolagunares, terraços marinhos, depósitos de pântanos e mangues, depósitos de leques aluviais e coalescentes e depósitos aluvionares e coluvionares, que estão associados a aquíferos porosos livres, que a depender da espessura e da razão areia/argila das suas respectivas litologias, pode produzir vazões representativas.

5. CONSIDERAÇÕES SOBRE A TURFA E OCORRÊNCIAS NO BRASIL

A turfa é um material organomineral, com textura normalmente esponjosa, oriundo do acúmulo de restos vegetais, com variado grau de decomposição, em ambiente subaquático raso. É parte do estágio incipiente da formação do carvão mineral, sendo considerada uma substância formada nos últimos dez mil anos, resultante do atrofiamiento e da decomposição incompleta de material lenhoso e de arbustos, musgos e líquens em condições de umidade excessiva. Participam da sua formação as mais variadas espécies vegetais, desde musgos, gramíneas e filicíneas até árvores de mata úmida, que contribuem para a heterogeneidade do depósito, porém com a maior parte do perfil constituído por turfa altamente decomposta (TOLEDO, 1999).

Diversas classificações são propostas para as turfas, a maioria nos países de zonas temperadas do hemisfério norte, baseadas em critérios diversos, entre eles a composição vegetal (turfeiras lenhosas ou de floresta, herbáceas e mista), geográfica (límnicas e parálidas), grau de decomposição (turfeiras não humificadas ou de musgo e turfeiras humificadas ou combustíveis) e fatores hidrológicos (FRANCHI, 2004).

A determinação do grau de decomposição das turfas pode ser avaliada pela escala de Von Post, por meio de um método expedito, que indica o estágio de decomposição da turfa conforme as características da água exsudada (cor e consistência), que passa entre os dedos quando umedecida e comprimida. Essa escala distingue dez graus de decomposição, de H1 a H10, indicando o grau H1 um material pouco decomposto e o grau H10 a um material muito decomposto. De acordo com essa escala, as turfas podem ser classificadas em:

(i) Turfas pouco evoluídas (H1 a H3): restos vegetais bem reconhecidos e a água que umedece as turfas é clara e ela não endurece quando seca. Não há retenção de material entre os dedos. São designadas turfas claras a castanhas claras; (ii) Turfas medianamente evoluídas (H4 a H6): resíduos de plantas não são facilmente distinguíveis e a água escorrida é turva, ficando retido algum material entre os dedos. São designadas como turfas castanhas ou escuras; e (iii) Turfas muito evoluídas (H7 a H10): tecidos vegetais não são distinguíveis no gel orgânico. A pouca água extraída apresenta cor bem escura, com a turfa quase que totalmente decomposta. Essa turfa ainda é classificada como amorfa e granular e inclui, geralmente, aquelas com cores castanhas escuras e negras ou pretas (FRANCHI, 2004; FRANCHI *et al.*, 2006; FERNANDES, 2007).

Nos Estados Unidos uma classificação da turfa, também baseada no grau de decomposição, utiliza como critério a quantidade de fibras vegetais do material. Esse parâmetro, de acordo com a CESP (1985, *apud* TOLEDO, 1999), define três classes de turfa: turfa fibrosa, a menos decomposta, com grande quantidade de fibras e baixa *dry bulk density* - DBD (massa do material seco/volume *in situ*); turfa hêmica, que se apresenta moderadamente decomposta, com valores intermediários de DBD, saturada de água e com quantidade média de fibras de uso de turfa na agricultura; e a turfa sáprica, que é altamente decomposta, com valores mais elevados de DBD, baixo conteúdo de fibras e saturada de água. De acordo com Franchi (2004), os tipos entre H1 e H4 corresponderiam a turfa fibrosa, H5 a H6, a hêmica, e a H7 a H10, a turfa sáprica.

Fatores hidrológicos classificam as turfas em turfeiras ombrotróficas e minerotróficas (SHOTYK 1988, *apud* FRANCHI, 2004). As turfeiras ombrotróficas são formadas em ambientes de temperaturas mais baixas, como as zonas de climas temperados, com baixa evapotranspiração e elevada umidade atmosférica. Essas turfeiras não têm associação com inundações por águas provenientes de limites externos à bacia de sedimentação, que é alimentada basicamente por águas de chuvas e/ou neve. Apresentam, em geral, pH ácido (pH < 4,5), fração mineral reduzida e baixo teor de cinzas (2 a 3%). Essas turfeiras são dominadas principalmente por briófitas do gênero *sphagnum* (FRANCHI *et al.*, 2006).

As turfeiras minerotróficas são aquelas alimentadas por influxo de águas superficiais e subterrâneas enriquecidas em nutrientes minerais, sem regime hidráulico próprio como das turfeiras ombrotróficas. Correspondem as chamadas turfeiras baixas ou eutróficas, formadas em depressões alimentadas por águas de zonas adjacentes mais elevadas e caracterizadas por uma alta carga mineral, elevado teor de cinzas (6 a 10%), pH próximo a neutralidade e com composição vegetal mais diversificada. As turfeiras ombrotróficas seriam correspondentes as denominadas turfeiras altas ou oligotróficas (FRANCHI, 2000; FRANCHI, 2004; FRANCHI *et al.*, 2006).

Com relação as possibilidades de emprego da turfa, os parâmetros utilizados para esse fim são a umidade, o teor de cinzas, o teor de enxofre, poder calorífico, os percentuais de carbono fixo e de matéria volátil, e o *dry bulk density* (DBD).

De acordo com Lenz (1984, *apud* TOLEDO, 1999), as ocorrências de turfa no Brasil (Figura 9 e Quadro 1)

são classificadas, principalmente, como turfeiras baixas ou eutróficas, e têm sua formação ao longo do período Quaternário, com origem associada basicamente a dois ambientes:

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

As turfeiras brasileiras demonstram, em sua maioria, um teor de material mineral elevado, com teor médio de enxofre de 1,5% (TOLEDO, 1999).

Franchi (2004), ratifica a natureza minerotrófica das turfas brasileiras, que são desenvolvidas em depressões originadas por processos fluviais e costeiros, muitas vezes

coligados, caracterizadas pela presença de rios meandantes, com muitos canais abandonados, em planícies de inundação e litorâneas, assim como associadas a extensas áreas deprimidas, como lagunas ou embaixamentos isolados da influência marinha por ilhas-barreiras. O autor corrobora a idade holocênica dos depósitos brasileiros, que subdivide em litorâneos e interiores.

Uma forma de classificar a turfa é agrupá-la sistematicamente em classes ou tipos uniformes, conforme a natureza de seus componentes vegetais. Um dos métodos mais utilizados de classificação é baseado na composição da palavra turfa (*peat*, em inglês) precedida pelo nome da espécie dominante que lhe deu origem, como, por exemplo, *Sphagnum peat* ou a turfa de musgos (TOLEDO, 1999).

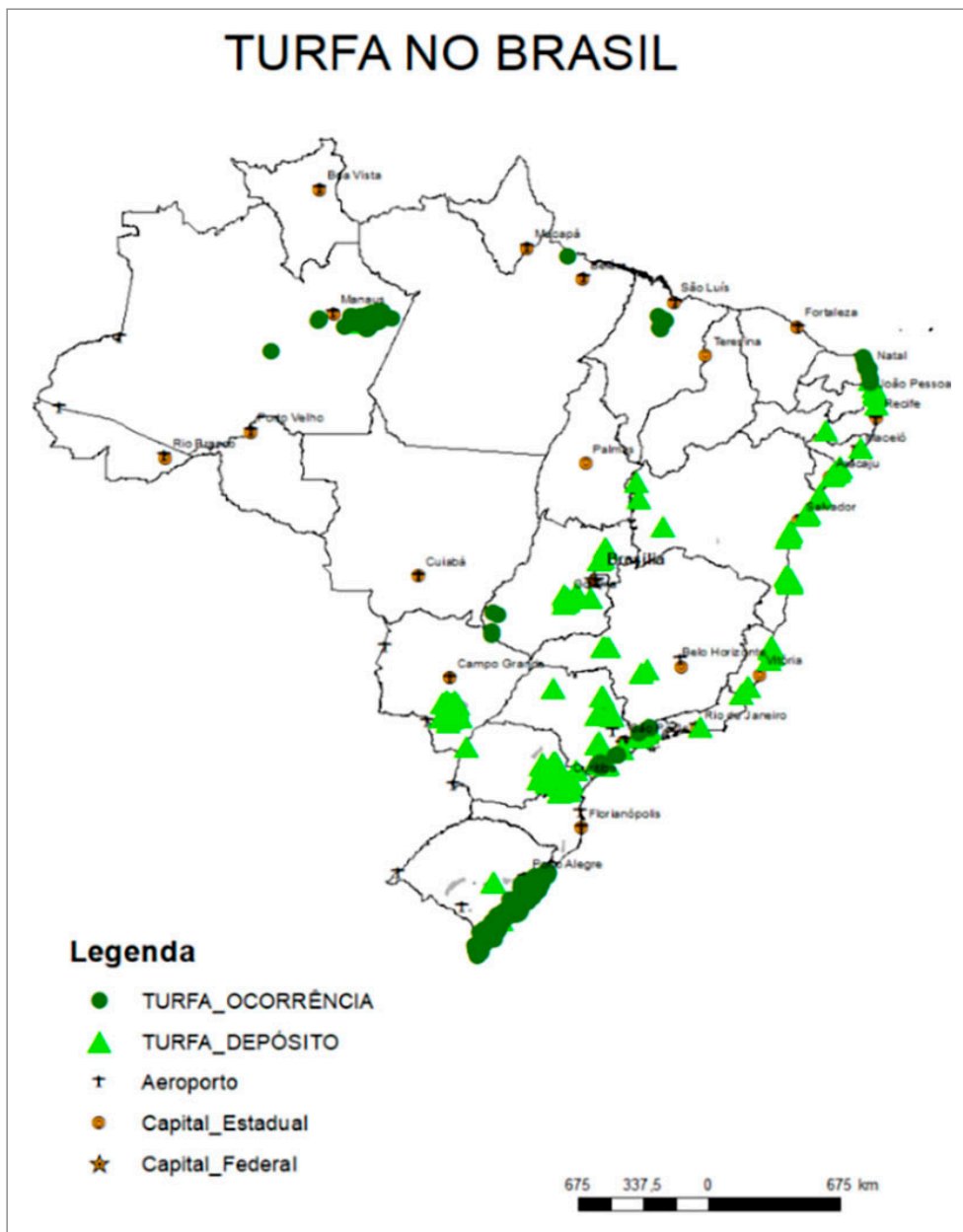


Figura 9 - Mapa de localização das principais turfeiras no Brasil.
Fonte: extraído de Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, 2009.

Quadro 1 - Reservas de turfa no Brasil (10^6 m³ *in situ*) (FRANCHI *et al.*, 2006).

ESTADO	SETOR / TURFEIRA	MEDIDA	INDICADA	INFERIDA	FONTE
MA	Pinheiro			32,9	Araújo & Veríssimo (1984)
	Ilha Grande			64,7	
	Barreirinhas			12,9	
	Sobradinho			5,7	
	Carrapato-Fome			21,6	
RN	Ceará-Mirim	6,3			Moraes (2001)
	Rio Maxaranguape	0,5	0,48		Paione (1984)
	Punaú-Piranhas			8,9	Moraes & Caldaso (1982)
	Rio Pium			0,7	
	Trairi-Ararai			4,6	
	Goianinha-Jacu			1,5	
	Rio Guajú			4	
PE	Itamaracá			0,1	Moraes & Caldaso (1982)
	Jaboatão-Cabo			6,3	
	Ipojuca			3,2	
	Taberaba	0,28			Paione (1984)
	Boa Vista - Pindobal	0,7	0,1		Paione (1983b); Moraes (2001)
	Cravaçu - Caranguejeira	0,56	0,19		
	Tavares - Tanques	2,35	0,17		
	Brejinho de Cima - Jaraguá	0,24			Paione (1983b)
	Camaratuba			2,4	Moraes & Caldaso (1982)
	Rio Miriri			0,5	
	Rio Paraíba			2,8	
AL	Rio Meirim	3,3			Moraes (2001)
	Rio Pratagi	0,7			
	Rio Manguaba	1,9			
	Lagoa Mundaú			3,3	Moraes & Caldaso (1982)
	Porto Calvo			1,7	
SE	Santo Amaro das Brotas	0,43			Silva (1985)
BA	Rio das Pontes		6,7		Costa <i>et al.</i> (1984)
	Barra dos Carvalhos	5,6			Rocha <i>et al.</i> (1983)
	Ilha de Tinharé	2,5			
	Faz. Monte Alegre			25	Lima <i>et al.</i> (1982)
	Faz. Lagos			62,4	
	Vila Ouricana			25	
	Faz. Marobar			44,5	
	Alcobaça			17,2	
ES	Córrego Grande do Meio	40			Malouf & Tavares (1986)

Quadro 1 - Reservas de turfa no Brasil ($10^6 \text{ m}^3 \text{ in situ}$) (FRANCHI *et al.*, 2006). (continuação)

ESTADO	SETOR / TURFEIRA	MEDIDA	INDICADA	INFERIDA	FONTE
SP	Vale do Paraíba - SJ-1		18,48		Algarte <i>et al.</i> (1982); Cabral Jr. <i>et al.</i> (2001); Aboarrage & Oliveira (1981)
	Vale do Paraíba - SJ-1A		6,23		
	Vale do Paraíba - SJ-1B		41,09		
	Vale do Paraíba - SJ-1C		13,7		
	Vale do Paraíba - SJ-2		93,76		
	Vale do Paraíba - SJ-2A		20,92		
	Vale do Paraíba - SJ-2B		1,81		
	Vale do Paraíba - TB-1		7,27		
	Vale do Paraíba - TB-2		19,08		
	Vale do Paraíba - TB-2A		1,92		
	Vale do Paraíba - TB-2B		1,05		
	Vale do Paraíba - TB-3		5,56		
	Vale do Paraíba - TB-3A		2,12		
	Vale do Paraíba - PD-1		3,76		
	Rio Moji Guaçu - MG-I	3,26			Cabral Jr. <i>et al.</i> (2001)
	Rio Moji Guaçu - MG-II	2,32			
	Rio Moji Guaçu - MG-III	0,3			
	Rio Moji Guaçu - MG-IV	2,86			
	Rio Moji Guaçu - MG-V			0,7	
	Rio Moji Guaçu - MG-VI			1,9	
Rio Moji Guaçu - MG-VII	0,32				
Rio Moji Guaçu - MG-IX	7,04				
Baixo Ribeira - RE-I	16,49				
Baixo Ribeira - RE-II	4,08				
Baixo Ribeira - SB-I				5	
Baixo Ribeira - BR-I				100	
SC	Balneário Arroio do Silva	50	150		Florestal S/A
RS	Águas Claras				Suffert (1998a, 1998b)
	Itapuã				
	Barrocadas				Caye <i>et al.</i> (1983)
	Três Passos				
	TOTAL	208,83	422,19	459,5	

6. GEOLOGIA REGIONAL

Geotectonicamente, a região com as áreas de pesquisa está na abrangência da Província Costeira (ALMEIDA *et al.* 1977 *apud* COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS, 1998), inserida na sub-bacia Sergipe, que, juntamente com a sub-bacia Alagoas, retrata um rifte assimétrico, alongado na direção NNE-SSW, desenvolvido a partir de uma tectônica extensional associada a abertura do oceano atlântico no Cretáceo Inferior (COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS, 1998; 2003). O rifteamento é expresso por um padrão formado por blocos escalonados (hemi-grabens) limitados por falhas tracionais.

Conforme Dantas (2011), a evolução tectono-estrutural da Bacia de Sergipe-Alagoas envolve três etapas. A primeira é iniciada por um sistema transcorrente de direção N45°E, conjugando falhas transcorrentes de direção NE e falhas normais NE-SW em ambiente transtrativo. Sucede essa etapa um regime transpressional NW-SE, que envolve a reativação de antigas discontinuidades estruturais com geração de falhas transcorrentes sinistrais N-S e dextrais WNW. A finalização do processo é marcada por uma tectônica extensional com a reativação de falhas NE-SW como gravitacionais e falhas NW-SE como de transferência, sendo essa tectônica responsável pela atual configuração estrutural da Bacia e a formação do seu depocentro.

A Bacia de Sergipe, juntamente com a Bacia de Alagoas, configura uma estreita faixa emersa com 20 a 50 Km de largura, que se estende ao longo da margem atlântica por mais de 350 Km, as quais são separadas pelo alto estrutural de Japoatã-Penedo nas imediações do Rio São Francisco. A sul, a Bacia de Sergipe é separada da Bacia de Camamu pela denominada falha de Itapuã (DANTAS, 2011).

A Bacia de Sergipe-Alagoas apresenta uma sucessão estratigráfica formada por quatro sequências (sinéclise, pré-rifte, rifte a transicional e drifte ou margem passiva) com diferentes fases de desenvolvimento tectono-sedimentar, com idades que variam do Paleozoico ao Mesozoico (COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS, 2003; DANTAS, 2011).

A fase sinéclise, desenvolvida entre o Neocarbonífero e o Eopermiano, está registrada nas unidades do Grupo Igreja Nova e inclui sedimentação glácio-marinha (Formação Batinga) e costeira influenciada por tempestades e retrabalhamento eólico (Formação Aracaré). O estágio pré-rifte é marcado por sedimentação continental

flúvio-lacustre entre fins do Jurássico e início do Cretáceo e está representado pelas rochas das unidades do Grupo Perucaba, compreendendo as formações Candeeiro, Bananeiras e Serraria. As formações Candeeiro e Serraria representam sedimentação desenvolvida em ambiente fluvial do tipo *braided*, enquanto a Formação Bananeira, intermediária, a ambientes lacustres rasos em climas áridos. As unidades do Grupo Coruripe testemunham a fase rifte a transicional (pós-rifte) no Cretáceo Inferior, com ingressões marinhas marcadas pela deposição de evaporitos em ambiente marinho restrito com características de planície de *sabkha* (DANTAS, 2011). As unidades dos grupos Sergipe e Piaçabuçu são relacionadas a fase drifte ou de margem passiva, associadas a ambientes francamente marinhos.

O Grupo Sergipe é composto pelas formações Riachuelo e Cotinguiba, a primeira marcando a transição de leques aluviais para ambiente marinho nerítico, enquanto a Formação Cotinguiba caracterizando ambientes exclusivamente marinhos. A Formação Calumbi, do Grupo Piaçabuçu, marca sedimentação em ambiente de talude e de mar profundo, com sedimentação incluindo sequências turbidíticas.

De acordo com o mapa geológico da Figura 10, que abrange a região onde estão localizadas as áreas de pesquisa de turfa e que representa um recorte atualizado da geologia (TEIXEIRA, 2014), as unidades geológicas mais antigas estão representadas pelas formações Riachuelo e Cotinguiba, do Grupo Sergipe, sucedidas por unidades cenozoicas pertinentes ao Grupo Barreiras (Neógeno), e por coberturas superficiais quaternárias pleistocênicas e holocênicas.

As rochas da Formação Riachuelo, datadas do Albiano, representam um contexto clástico-carbonático associado a ambientes deposicionais de leques subaquosos, assim como a ambientes costeiros rasos. É subdividida nos membros Taquari, Maruim e Angico.

O Membro Taquari é formado por calcilitos e folhelhos interacamadados, reportados como depositados em ambiente de talude. O Membro Maruim, interpretado como depósito de plataforma carbonática, é composto por calcarenitos e calcirruditos, oncolíticos e oolíticos, de cor creme, além de recifes algálicos isolados. Inclui ainda carbonatos de alta energia, dolomitizados, cremes a castanhos, com níveis subordinados de arenito, siltito e folhelho. O Membro Angico retrata sedimentos de ambientes de leques alúvio-deltáicos, formados por

arenitos brancos, finos a conglomeráticos, siliclásticos/biolclásticos, com intercalações de siltito, folhelho e calcário. No recorte da Figura 10 apenas tratos relativos aos membros Taquari e Maruim da Formação Riachuelo aparecem cartografados.

A Formação Cotinguiba é subdividida nos membros Aracaju e Sapucari, o primeiro composto argilitos ou siltitos cinza a esverdeados, folhelhos e margas amareladas. O Membro Sapucari, único representado na área

de referência (Figura 10), é composto por calcilitos cinzentos, maciços ou estratificados, localmente com brechas e bancos de coquina. São interpretados como depósitos formados em ambiente de talude de bacia oceânica.

Coberturas superficiais são registradas pelas rochas do Grupo Barreiras, que abrangem depósitos de pediplanação desenvolvidos no Plioceno Superior e Inferior (Neógeno). Ocorrem formando planaltos ligeiramente inclinados em direção à costa, onde são comuns falésias,

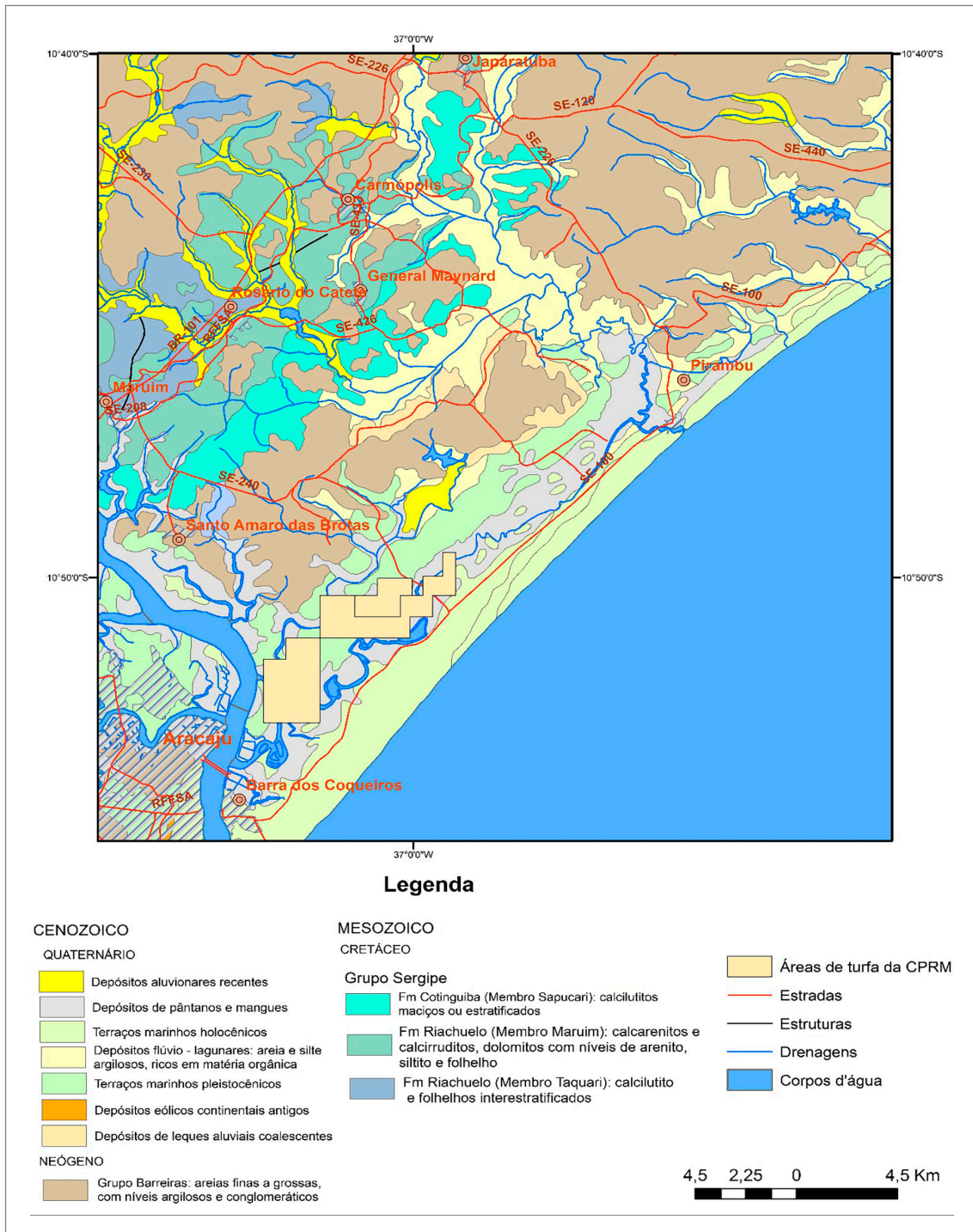


Figura 10 - Mapa geológico regional simplificado da área do projeto Turfa de Santo Amaro das Brotas. Fonte: extraído de TEIXEIRA, 2014 (Elaboração: Ricardo Gallart de Menezes).

enquanto que na borda ocidental (interior do estado), o relevo é cuestiforme com drenagem superposta, formando vales de encostas abruptas (COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS, 1998). A unidade é constituída por sedimentos terrígenos, formados por cascalhos, conglomerados, areias finas e grossas e níveis de argila, pouco ou não consolidados, de cores variegadas e estratificação irregular, normalmente indistinta.

As coberturas recentes, quaternárias, onde estão inseridas as ocorrências de turfa, compreendem depósitos ligados a ambientes fluviais, fluviolacustres, lagunares e marinhos. Recobrem de forma marcante todo o trecho do litoral sergipano, sendo feições destacáveis terraços arenosos marinhos que ocorrem na forma de extensos cordões litorâneos e se prolongam de forma contínua por quilômetros, adjacentes ao litoral, assim como expressivos campos de dunas localizados na faixa costeira norte do estado e originados a partir do retrabalhamento eólico dos terraços de depósitos marinhos costeiros.

Os leques aluviais coalescentes, sempre localizados justapostos às escarpas formadas pelo Grupo Barreiras, são formados por sedimentos predominantemente arenosos, contendo argila e seixos, mal selecionados, não consolidados e de cor esbranquiçada.

Os terraços marinhos pleistocênicos e holocênicos, estruturados como cordões arenosos subparalelos à linha de costa e separados entre si por uma zona baixa pantanosa, são compostos basicamente por areias quartzosas bem selecionadas contendo conchas marinhas e tubos fósseis de *Callianassa*.

Os depósitos fluviolagunares ocupam a rede de drenagem instalada sobre os terraços marinhos pleistocênicos e nas depressões entre os terraços marinhos pleistocênicos e holocênicos, assim como nas partes inferiores dos vales entalhados no Grupo Barreiras. Litologicamente, são constituídos por areias e siltes argilosos, ricos em matéria orgânica, localmente, com conchas e pedaços de madeira. São depósitos formados pela sedimentação ocorrida dentro de antigas lagunas no estágio final da última transgressão marinha. Posteriormente, estas lagunas evoluíram para pântanos onde foram formados os depósitos de turfa. São depósitos atuais constituídos predominantemente por sedimentos argilo-siltosos, ricos em matéria orgânica.

Depósitos aluvionares estão associados a terraços localizados nas margens de rios, sendo, predominantemente, constituídos por sedimentos arenosos e argiloarenosos com níveis de cascalhos e de matéria orgânica, esses presentes principalmente em planícies de inundação.

7. GEOLOGIA DAS ÁREAS DOS DEPÓSITOS E CARACTERÍSTICAS DA TURFAS

O substrato das áreas onde ocorrem as turfeiras é basicamente dominado por sedimentos siliclásticos inconsolidados com idades que variam do Pleistoceno ao Holoceno que formam uma expressiva planície costeira ao longo da costa sergipana. Conforme dados apresentados pelo trabalho de integração geológica para o mapa estadual de Sergipe (TEIXEIRA, 2014), nessa planície costeira, no âmbito das ocorrências das turfás, estão identificados terraços marinhos pleistocênicos e holocênicos que ocorrem estruturados na forma de cordões litorâneos subparalelos à linha de costa, depósitos fluviolagunares, depósitos de pântanos e manguezais, depósitos fluviais os quais abrangendo sedimentos de canais e de planícies aluviais associadas as zonas de inundação de rios, depósitos de leques aluviais coalescentes originados pela denudação dos sedimentos do Grupo Barreiras, além de expressivos campos de dunas gerados pela ação eólica em cordões arenosos litorâneos.

De acordo com Bitencourt *et al.* (1983 *apud* COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS, 1998), a evolução paleogeográfica da planície costeira está relacionada a seis eventos atrelados a três principais ciclos de transgressão e regressão marinha.

O primeiro evento (Evento I) é descrito como iniciado a partir da erosão dos sedimentos do Grupo Barreiras pelo mar durante a transgressão marinha mais antiga (1,8Ma), resultando na formação de falésias e concomitante afogamento dos baixos cursos dos rios originando estuários. O Evento II, marcado por uma regressão marinha subsequente à transgressão mais antiga, em condições semiáridas e com chuvas esparsas e violentas, proporcionou a formação de depósitos arenosos associados a leques aluviais coalescentes na base das falésias do Grupo Barreiras. No terceiro evento (Evento III), relacionado a penúltima transgressão marinha (120.000 anos AP), o mar erodiu os depósitos de leques aluviais coalescentes, que foram preservados como testemunhos localizados, assim como as falésias diretamente expostas a ação do mar. Mais uma vez, os baixos cursos dos rios da região foram afogados, transformando-se em estuários. No Evento IV, associado a regressão subsequente à penúltima transgressão, foram depositados os terraços marinhos pleistocênicos às expensas dos sedimentos do Grupo Barreiras e dos testemunhos dos leques aluviais coalescentes,

com instalação simultânea de uma rede de drenagem condicionada ao alinhamento dos cordões arenosos.

O Evento V é marcado pela última transgressão marinha, iniciada no Holoceno (Transgressão Flandriana) e com idade máxima em torno de 5.100 anos AP. Nesse evento os terraços marinhos pleistocênicos, assim como as falésias do Grupo Barreiras, foram em parte erodidos pelo mar, e os rios da região mais uma vez afogados. Formaram-se corpos lagunares na região devido ao afogamento de vales entalhados no Grupo Barreiras e da rede de drenagem pretérita sobre os terraços marinhos pleistocênicos, assim como gerados por represamento decorrente da formação de ilhas-barreiras de encontro aos restos dos terraços marinhos pleistocênicos.

No Evento VI, marcado pela regressão subsequente à última transgressão, o modelado da costa adquiriu formas finais. Foram edificados cordões litorâneos arenosos (terraços marinhos holocênicos), dispostos externamente aos terraços marinhos pleistocênicos e as lagunas instaladas em depressões entre os cordões arenosos perderam sua comunicação com o mar, sendo colmatadas e evoluindo para pântanos, onde se formaram os depósitos de turfa.

As figuras 11A, 11B e 11C mostram aspectos da região dos depósitos, com detalhe superficial de uma ocorrência de turfa e o desenvolvimento dos ambientes lagunares amoldados a depressões nos terraços marinhos pleistocênicos (cordões arenosos), que ocorrem alinhados segundo a direção NNE-SSW.

As características dos depósitos de turfa são apresentadas a seguir, assim como dados dos projetos de pesquisa do SGB-CPRM, realizados na década de 1980.

• Turfeira Santo Amaro Das Brotas

A turfeira está localizada na área dos processos 870.055/1984 e 870.155/1984, entre os cursos dos rios Parnamirim e Pomonga, sendo a maior em volume de minério das três turfeiras arroladas pelo trabalho e única objeto de lavra experimental. Tem uma configuração grosseiramente lembrando a forma de uma letra “Ç” invertida, com seu maior comprimento alcançando 3.550 m, com largura média das faixas turfáceas estimadas em 50 m. A área efetiva ocupada pelo depósito é calculada em torno de 11 hectares. As turfás são subflorantes, com capeamento praticamente inexistente.

As seções de furos, realizadas transversalmente ao alinhamento das faixas turfáceas, mostram que

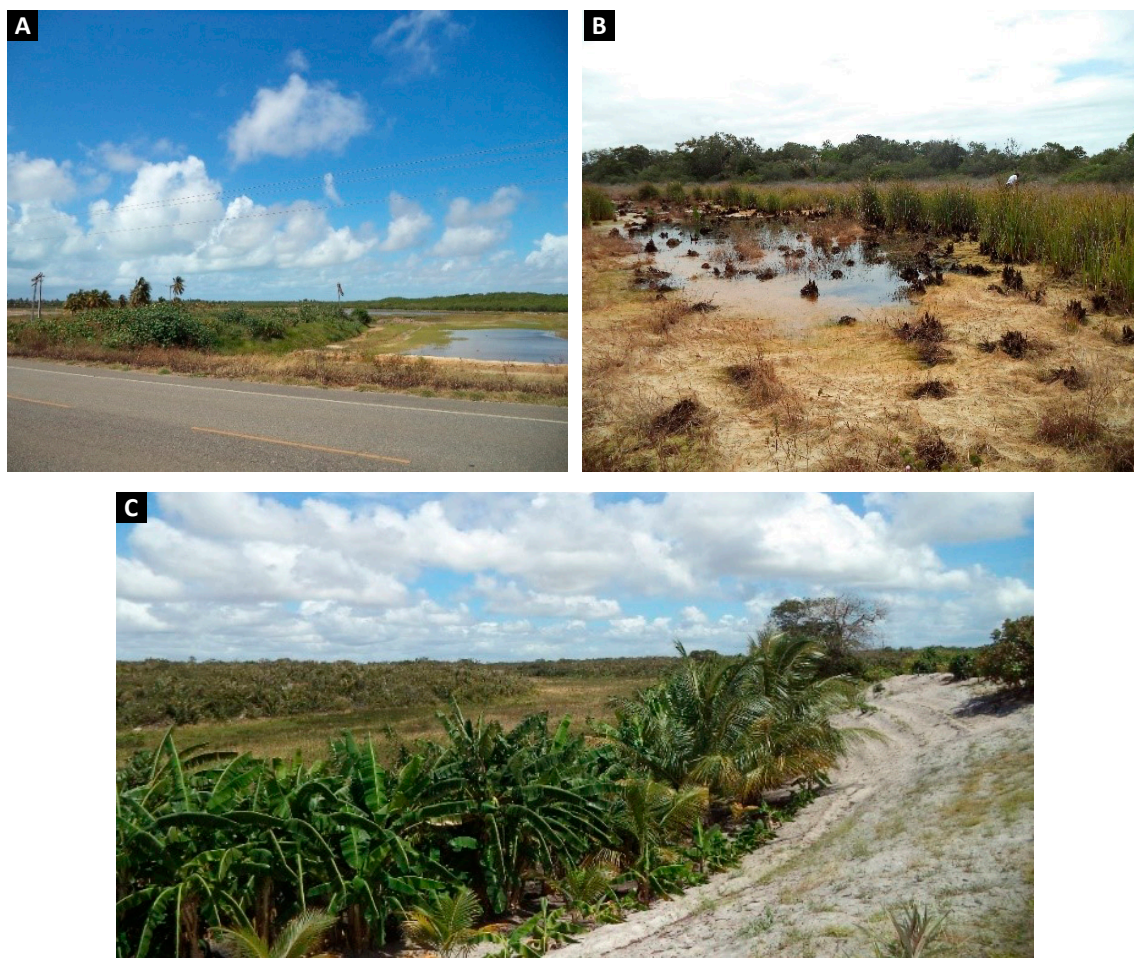


Figura 11 - Aspectos do depósito Santo Amaro das Brotas. (A) Vista geral da turfeira à margem da rodovia SE-240; (B) Detalhe superficial da turfeira; (C) Disposição das zonas pantanosas com as ocorrências de turfa entre cordões arenosos marinhos (ao fundo e a direita) (Fotos: Angeval Alves de Brito)

a espessura das camadas de minério são bastante variadas, tanto lateralmente como ao longo do comprimento do depósito. Seções transversais realizadas nas partes terminais das faixas de ocorrência mostram acentuada variação lateral da espessura, com 1 m a 2 m nas bordas, alcançando, de forma abrupta, 10 metros na sua parte central, como registrado pelos furos JF-351, JF-352 e JF-353. Maior uniformidade das espessuras são comumente registradas nos segmentos medianos das faixas delineadas para as ocorrências da turfa.

De acordo com o Relatório de Final de Pesquisa publicado em 1985, as principais características da turfa são a densidade relativa natural de $0,9 \text{ g/cm}^3$ e em base seca, de $0,09 \text{ g/cm}^3$; o teor médio de cinza, em torno de 2,28%, e o poder calorífero superior a 5.550 Kcal/Kg. Os dados apontam volumes de minério medido em 435.120 m^3 , minério indicado de 55.833 m^3 e minério inferido por volta de 144.850 m^3 . As tonelagens respectivas, considerando as reservas em base seca, corresponderam a 39.027 t, 5.250 t e 13.171 t. Entretanto, conforme a análise processual (item 3), na Ata de publicação do relatório final aprovado pela ANM, ocorrido apenas em maio de 2010,

os números relativos às reservas medida, indicada e referida foram, respectivamente, de 19.811 t, 10.850 t e 35.938 t.

São turfás qualificadas como do tipo “pântano baixo” ou lagunar, que teriam baixa contribuição hídrica associada a inundações por águas externas aos limites da bacia de sedimentação e alimentada principalmente por águas de chuvas, conforme indicavam os teores baixos de cinzas. Seu substrato geralmente é formado por sedimentos arenosos correlacionados a terraços marinhos pleistocênicos. O nível inferior do depósito de turfa, via de regra, está marcado por níveis argilosos em cores cinza, que podem estar separados do embasamento por níveis arenosos com contribuição de matéria orgânica e/ou argilas ou por turfás arenosas (Figura 12). Em sentido de topo, as camadas argilosas podem marcar transição para horizontes argilo-orgânicos e turfás argilosas, ocorrendo acima destes níveis as turfás propriamente ditas. Em vários furos realizados em outros pontos do depósito foram registrados o contato direto das turfás com o embasamento arenoso dos terraços marinhos.

Na extremidade da faixa mais ocidental da Turfeira Santo Amaro das Brotas, sul, o perfil de um furo com mais



Figura 12 - Aspecto da turfa arenosa no depósito Santo Amaro das Brotas (Foto: Angeval Alves de Brito)

de 10 m (JF-361) mostra uma camada de turfa com mais de 8 m assentada sobre níveis delgados de turfás argilosas (ou sedimentos argilo-orgânicos), seguidas por horizontes de argilas cinzas, argilas arenosas e areias basais.

As turfás do depósito Santo Amaro das Brotas são descritas como principalmente fibrosas, com níveis lenhosos subordinados, com coloração castanho clara a castanho escura, até preta (Figura 13), podendo apresentar aspecto gelatinoso ou caráter argiloso. Quando bem decompostas exibem cores enegrecidas com poucos restos vegetais reconhecíveis, sendo classificadas com grau de humificação de Von Post elevado, entre H6 e H10.

• Turfeiras Vela do Navio e Riacho do Mosquito

As turfeiras estão na abrangência da área do processo 870.056/1984, localizando-se a Vela do Navio na sua porção meridional. A Turfeira Riacho do Mosquito ocorre mais a norte e no extremo leste da poligonal, com apenas pequena parte inserida na área do processo do SGB-CPRM. Como o depósito Santo Amaro das Brotas, as turfeiras estão posicionadas entre os cursos dos rios Parnamirim e Pomonga. São também definidas como do tipo “pântano baixo” ou lagunar, com as mesmas características assinaladas para a Turfeira Santo Amaro das Brotas.

As faixas turfáceas do depósito de Vela do Navio, com morfologia lembrando um número “4”, como regra geral, estão condicionadas ao alinhamento nordeste dos terraços marinhos que formam seu embasamento. A sua maior extensão atinge mais de 1.600 m e ocupa uma área calculada em 5,8 hectares. Furos realizados na porção central do depósito revelaram as camadas turfáceas sobrepostas a turfás argilosas e estas precedidas por um expressivo horizonte argilo-orgânico, e, por fim, um embasamento arenoso.

Na extremidade norte da turfeira foi registrada, por meio de um furo com amostrador de pistão (NT 205), uma camada de turfa com mais de 6 m, descrita como fibro-lenhosa, apresentando coloração variando de castanho-claro a preta, pouco argilosa, com a fração



Figura 13 - Aspecto da turfa preta rica em matéria húmica no depósito Santo Amaro das Brotas (Foto: Angeval Alves de Brito).

mineral aumentando em sentido a base da camada. Ocorre assentada sobre um horizonte arenoso rico em matéria orgânica com coloração castanho-escuro

A Turfeira de Riacho do Mosquito está situada a pouco mais de 800 m a nordeste de Vela do Navio e apresenta morfologia quase que similar, tendo pouco mais de 900 m de comprimento, com área estimada em 4,9 hectares.

Furos realizados na turfeira revelaram camadas espessas de turfa, sempre acima de 6 m, assentadas sobre horizontes formados por turfás argilosas ou sedimentos argilo-orgânicos, com quase 1,5 m de espessura, como registrado pelo furo NT-208.

Dados sobre reservas das duas turfeiras não constam no relatório final de pesquisa de 1985, que só fazem referência as áreas da Turfeira Santo Amaro das Brotas. Porém, de acordo com a Ata de publicação de aprovação do Relatório Final de Pesquisa pela ANM, em maio de 2010, a área do processo 870.056/84, que corresponde à Turfeira Vela do Navio, apresenta valores das reservas medida, indicada e inferida, respectivamente, de 3.407 t, 2031 e 12.997 t. Não há citação especificamente para Riacho do Mosquito, apenas estimativas de volume de minério em um relatório de pesquisa preliminar de 1983, que indica 306.787 m³ de minério, 5,34% de teor de cinzas e poder calorífico médio de 5.820 kcal/cal.

8. TRABALHOS DE PESQUISA REALIZADOS

Os trabalhos descritos a seguir fazem parte dos serviços elencados pelas pesquisas para turfa realizadas pela CPRM ao longo da década de 1980, atrelados ao projeto Turfa na Faixa Costeira – Bahia e Sergipe. A área de pesquisa com as ocorrências de turfa arroladas pelo presente trabalho, como antes citado, integram a designada Área A (Aracaju-Neópolis) do referido projeto, compreendendo a faixa costeira sergipana localizada entre as bacias dos rios Sergipe e São Francisco, com área de 5.500 Km².

- **Mapeamento Geológico**

Na primeira fase do referido projeto foram realizados mapeamentos geológicos a nível de reconhecimento regional em escalas de 1:100.000 e 1:50.000, abrangendo todas as áreas com ambientes favoráveis à pesquisas de turfa selecionadas ao longo do litoral dos estados da Bahia e Sergipe. Para as áreas com ocorrências de turfa já identificadas ou com depósitos razoavelmente delimitados, foram realizados mapeamentos geológicos de maior detalhe, em escalas 1:25.000, 1:20.000, 1:10.000 e 1:5.000, sendo concebidas cartas nesta última escala para as áreas com ocorrências de maior potencial.

- **Topografia**

Trabalhos de nivelamento topográfico estão consolidados em mapas nas escalas 1:2.000 e 1:5.000, sendo as cartas de maior detalhe elaboradas apenas para a área da Turfeira Santo Amaro das Brotas, que foi objeto de lavra experimental e para a qual executado um mapa com linhas de isópacas abrangendo os limites do depósito. Nessa turfeira o nivelamento topográfico de maior detalhe foi realizado em duas etapas.

Na primeira, foi executado o levantamento de uma área com 4 hectares, correspondente a toda sua faixa ocidental, sendo para este fim realizada, inicialmente, a transferência de uma referência de nível (RN) para o mesmo ponto onde foi instalada uma mini-estação meteorológica na área da turfa. Na 2ª etapa, o nivelamento topográfico foi estendido para 9,2 hectares, de forma abranger toda área do depósito. Com base nesse levantamento, um mapa topográfico na escala de 1:2.000 foi elaborado, com curvas de nível apresentando intervalos de contorno de 1 metro. O trabalho topográfico incluiu ainda o nivelamento de 219 pontos para locação de furos de sondagem, distribuídos por toda área do depósito, objetivando um rigoroso controle da espessura das camadas de turfa.

- **Sondagem e Amostragem**

Os trabalhos de sondagem na Turfeira Santo Amaro das Brotas foram realizados em duas etapas. Na primeira foram executados 50 furos de sondagem abrangendo todo o depósito, 35 furos com amostrador de pistão e 15 com trado tradicional (agrícola), a partir dos quais foram elaboradas 12 seções geológicas, uniformemente distribuídas e transversais às faixas turfáceas. Em cada furo, com profundidades que variaram de 1 m a 10 m, a amostragem foi realizada em intervalos de 50 cm, sendo coletadas 138 amostras, que foram destinadas para a determinação dos teores de cinza e do percentual da umidade. Quando possível, uma amostra com 10 cm de comprimento era coletada em cada um dos furos para determinação das densidades.

A segunda fase de sondagem, concentrada em toda faixa ocidental da Turfeira Santo Amaro das Brotas, com área de 4 hectares, a qual priorizada para lavra experimental, compreendeu a realização de 20 seções de sondagens, cada uma com 11 furos com amostrador de pistão. No metro final de cada furo foi realizada a coleta de duas amostras, totalizando 426 amostras de turfa para análises dos teores de cinza e da umidade. Posteriormente, os trabalhos de sondagem foram ampliados para o restante da área do depósito, perfazendo 11 hectares, sendo realizadas mais 35 seções de sondagem, alternando 11 e 13 furos por seção, totalizando 354 furos, dos quais 147 feitos com amostrador especial de pistão e 207 com trado convencional de escama.

Na Turfeira Vela do Navio, os perfis de sete furos de sondagem, executados com amostrador de pistão em conjunto com furos a trado convencionais, foram utilizados para a elaboração de cinco seções geológicas, uma embasada por apenas um furo de sondagem. As seções foram posicionadas transversalmente ao longo da faixa turfácea, com os furos apresentando profundidades que variam entre 1,30 m e 6,30 m, sendo a camada de minério mais espessa (~5m) configurada na extremidade norte da faixa mais oriental do depósito. A turfa nesse furo é descrita como de coloração castanha a preta, fibro-lenhosa, decomposta e algo argilosa.

Na Turfeira Riacho do Mosquito, três furos de sondagem com amostrador de pistão, localizados em diferentes pontos do depósito, também consorciados a furos a trado convencionais, foram utilizados para elaboração de três seções geológicas. Dois desses furos indicaram

espessuras expressivas da camada turfácea, atravessando horizontes de turfa com mais 6 m, que é descrita como de coloração castanha a preta, fibro-lenhosa, bem decomposta, com caráter argiloso nos níveis mais inferiores.

Os ensaios analíticos realizados para caracterização físico-química das turfas incluíram a determinação dos teores de cinza, umidade, densidade e do poder calorífico, assim como a determinação dos teores de óxidos para as cinzas.

Para as atividades operacionais da lavra experimental na Turfeira Santo Amaro das Brotas, desenvolvida de forma manual, foi selecionado inicialmente um pequeno segmento com 2.600 m² de área (0,26 hectares) na extremidade meridional da faixa mais ocidental do depósito. Nessa área, com controle da espessura através de mapas de isópacas e dos teores de cinza, foi realizada a abertura de canais para a drenagem de toda área da ocorrência.

9. PROCEDIMENTOS DE RESGATE DOS DADOS ANALÓGICOS

Os dados analógicos utilizados foram obtidos por meio de acesso livre do acervo institucional do SGB-CPRM, que contém documentações técnicas publicadas na década de 1980 e digitalizadas em formato PDF.

Desses relatórios foram extraídas as informações referentes às áreas de interesse, com seleção de temas e dados de interesse para reavaliação do potencial da área e dos recursos geológicos do depósito.

As fontes dos dados constituíram três projetos de pesquisa para turfa, dois sob a égide de um convênio CPRM/DNPM, e o terceiro relativo a um projeto de pesquisa própria realizado pelo SGB-CPRM. Nesse contexto, foram selecionados para os trabalhos os seguintes relatórios:

- Projeto Turfa na Faixa Costeira Bahia – Sergipe. 3ª fase, volumes I e II (COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS, 1983);
- Projeto Turfa na Faixa Costeira Bahia – Sergipe. Relatório Final. Etapa III. Lavra Experimental. Turfeira Santo Amaro das Brotas (COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS, 1985a).
- Turfeira Santo Amaro de Brotas. Relatório de Pesquisa. DNPM: 870.055/84 e 870.155/84 (COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS, 1985b).

A origem dos dados fundamentais para os estudos de modelagem e caracterização físico-química das turfás constituíram tabelas com perfis de sondagens a trado convencional e com amostrador de pistão, certificados analíticos, mapas com a localização das malhas de sondagem e cartas geológicas de detalhe com a configuração dos limites dos depósitos, acompanhadas por seções estratigráficas.

Os furos de sondagem utilizados na modelagem geológica totalizaram 608 furos, com 599 furos concentrados na Turfeira Santo Amaro das Brotas, que foi selecionada na época para lavra experimental. Dos nove furos restantes, seis foram realizados na Turfeira Vela do Navio e apenas três no depósito de Riacho do Mosquito.

Os dados relativos aos perfis de sondagem estão armazenados em tabelas (controle de pontos de sondagem e de amostras coletadas), compostas pelas seguintes especificações: sigla do furo e tipo de sondagem, coordenadas locais dos furos em UTM, intervalos amostrados e códigos das amostras, além de um perfil sumarizado, com indicação da unidade geológica atravessada pelo furo e dos intervalos estratigráficos em metros com descrição de sua composição. A Figura 14 retrata a configuração de uma dessas tabelas.

9.1. ESPACIALIZAÇÃO DOS DADOS

9.1.1. Digitalização, Georreferenciamento e Vetorização dos Mapas

Os processos de digitalização de mapas cartográficos analógicos e seu georreferenciamento são passíveis de distorções, exigindo a necessidade de avaliação e correção, de modo a se evitar comprometimento da qualidade das informações geradas. A maneira usual de se obter um produto digitalizado confiável é a aplicação de modelos matemáticos de georreferenciamento, visto que os mapas, de modo geral, apresentam problemas de estabilidade, podendo possuir elementos e atributos não identificados.

Para georreferenciamento dos mapas foram utilizados, basicamente, funções polinomiais no espaço bidimensional para relacionar as coordenadas do mapa às coordenadas planas do sistema de projeção cartográfica (D'ALGE, 1997).

O georreferenciamento de imagens *raster* obtidas dos mapas analógicos históricos foi executado por meio de ferramentas do *software* Arcgis 10.7.1. Para resgate do posicionamento espacial das cartas e de seus elementos cartográficos, inseriram-se inicialmente as coordenadas geodésicas contidas em vértices e arestas dos mapas. Como indicador de qualidade do posicionamento dos dados nos mapas, uma quantidade adequada de pontos de controle, distribuídos de forma uniforme, foi inserida durante o georreferenciamento, visando minimizar ao máximo o cálculo do Erro Médio Quadrático (EMQ) ou *Root Mean Squared* (RMS) e com isso obter maior consistência do dado locacional. Realizada essa etapa, o georreferenciamento dos mapas foi dado como concluído. Com o objetivo de aumentar a acurácia e precisão dos dados locais, nesse processo, seus elementos cartográficos foram ajustados com base na imagem de satélite do *Basemap* disponibilizada pelo Arcgis.

A etapa seguinte foi a vetorização das informações geológicas e dados cartográficos de interesse contidos nos mapas georreferenciados para arquivos *shapefile*. Como todos os mapas dos relatórios históricos utilizados estavam com as coordenadas baseadas no *Datum* Córrego Alegre, houve a necessidade da sua conversão para o SIRGAS 2000, conforme recomendado pela resolução IBGE nº01/2015 (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2015).

TABELA III-46 - CONTROLE DE PONTOS E DE AMOSTRAS COLETADAS - ÁREA A - ARACAJU/MÉDOPOLIS

PUNTO	COORDENADAS UTM (MC 39)	PROF. SUBSTRATO (m)	AMOSTRA COLETADA		UNIDADE	PERFIL SUMARIO		
			INTERVALO (m)	CÓDIGO		INTERVALO (m)	DESCRIÇÃO	
NT-1	F	8557.480	781.840	3,50	01	0,00-1,00	Lâmina d'água	26
						1,00-2,00	Turfa castanho-escuro a preto, bem decomposta e pouco argilosa	
						2,00-3,00	Turfa castanho-escuro, fibrosa e argilosa	
						3,00-3,50	Areia grosseira esbranquiçada	
NT-2	F	8557.700	781.840		Qf1.3	0,00-0,50	Lâmina d'água	24
						0,50-1,50	Turfa castanho-escuro, fibrosa (pouca recuperação).	
NT-3	F	8557.920	781.840	1,00-1,80	03	1,00-1,30	Turfa castanho-escuro, fibrosa, bem decomposta, argilosa	25
						1,30-2,00	Argila cinza-claro, plástica	
NT-4	F	8558.150	781.840		Qf1.3	0,00-0,50	Lâmina d'água	24
						0,50-2,00	Turfa castanho-escuro, fibrosa (pouca recuperação)	
						2,00-2,50	Argila cinza-claro, plástica	
NT-5	F	8558.360	781.840	3,00	Qf1.3	0,00-1,00	Lâmina d'água	23
						1,00-3,00	Turfa castanho-claro, fibrosa, pouco decomposta (sem recuperação)	
						3,00	Areia castanha, média a grosseira com algumas raízes e fibras vegetais em turvas	
						3,00	Argila cinza-claro, plástica	
NT-6	F	8558.540	781.840	2,50	06	0,00-0,20	Lâmina d'água	23
						0,20-2,00	Turfa castanho-claro, fibrosa e argilosa	
						2,00-2,50	Areia grosseira, castanha e argilosa	
NT-7	F	8560.870	786.730		Qf1.2	0,50-1,00	Material argiloso, pouco saturado, aflorante, de aspecto terroso, preto com níveis e manchas esbranquiçadas, muito leve (diatomito)	24
						1,00-2,00	Turfa cinza-escuro, fibrosa, argilosa	
						2,00-3,00	Argila escura, com contribuição orgânica	
						0,00-0,50		
NT-8	F	8565.340	785.000		Qf1.2	0,00-1,00	Turfa castanha, muito fibrosa e pouco decomposta	23
						1,00-2,00	Lâmina d'água	
						2,00-3,00	Argila cinza-escuro, plástica	
NT-9	F	8565.120	784.680		Qf1.2	0,00-1,00	Turfa castanho-claro, fibrosa, pouco decomposta	23
						1,00-4,00	Lâmina d'água	
						4,00-5,00	Argila cinza-escuro, plástica	
NT-10	F	8561.960	784.340		Qf1.2	0,00-1,00	Turfa castanho-claro, fibrosa, pouco decomposta	23
						1,00-2,00	Lâmina d'água	
						2,00-3,00	Argila com contribuição orgânica	
						3,00-4,50	Argila cinza, plástica	

CONVENÇÕES: TIPO
 A = Afioramento
 F = Furo a traço agrícola

X Amostra para densidade relativa
 S/R Intervalo sem recuperação

CL = CLASSIFICAÇÃO DE VON POST (in IPT, 1979)

Figura 14 - Aspecto das tabelas utilizadas como fonte de dados para a modelagem geológica dos depósitos em pauta, conforme os relatórios históricos de pesquisa para turfa desenvolvidos ao longo da faixa costeira Bahia – Sergipe. Fonte: Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, 1983.

As cartas escolhidas para o georreferenciamento e que serviram como subsídios à modelagem geológica incluíram:

- Mapa de Pontos e Espessuras na escala 1:2.000, relativo ao Anexo I do Relatório de Pesquisa para Turfa para as áreas dos processos 870055/84 e 870155/84 (COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS, 1985b);
- Mapa Geológico e de Amostragem na escala 1:100.000, referente ao Anexo XI do Volume 2 do Relatório Final da 3ª Fase do Projeto Turfa na Faixa Costeira Bahia – Sergipe (COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS, 1983);
- Mapa geológico de detalhe na escala 1:5.000, relativo ao Anexo XII do Volume 2 do Relatório Final da 3ª Fase do Projeto Turfa na Faixa Costeira Bahia – Sergipe (COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS, 1983);
- Mapa geológico de detalhe na escala 1:5.000, relativo ao Anexo XIII do Volume 2 do Relatório Final da 3ª Fase do Projeto Turfa na Faixa Costeira Bahia – Sergipe (COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS, 1983).

De posse das coordenadas dos furos de sondagem, constantes na Tabela III (54 e 55) do Volume I da 3ª Fase do Projeto Turfa na Faixa Costeira Bahia – Sergipe (COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS, 1983) e Tabela 5 do Relatório de Pesquisa para Turfa para as áreas dos processos 870055/84 e 870155/84 (COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS, 1985b), iniciou-se o ajuste individual dos mesmos, com auxílio da própria grade dos mapas antigos.

Foi observada a ocorrência de um deslocamento entre a posição espacial dos furos em relação a área delimitada para as turfeiras, sendo, nesse sentido, realizado um ajuste manual de todos os furos em conjunto, visando um melhor encaixe com os limites dos depósitos e com a topografia, conforme pode ser observado nas Figuras 15 e 16. Para essa finalidade, como antes citado, foi utilizada a imagem de satélite *Basemap* na busca de uma melhor precisão dos dados, norteado por elementos cartográficos naturais de maior visibilidade, como grandes rios e cursos d'água de menor ordem.

No cartograma menor, que acompanha as Figuras 15 e 16, consta a visualização dos furos em uma superfície topográfica gerada pelo *software* Studio 3 com exagero de 15 vezes.

9.1.2. Topografia e MDT

Para a realização da modelagem, todos os dados espaciais utilizados foram ajustados a uma topografia atualizada para garantir resultados mais precisos para os volumes de minério quantificados. A topografia utilizada no presente trabalho, gerada a partir da interpolação das diferenças altimétricas para a formação das curvas de nível, teve como base os dados do projeto Topodata do INPE, que oferece o modelo digital de terreno e suas derivações locais básicas em cobertura nacional, os quais estão disponíveis gratuitamente no portal: <<http://www.webmapit.com.br/inpe/topodata/>>. Esse projeto é calcado nos dados do SRTM

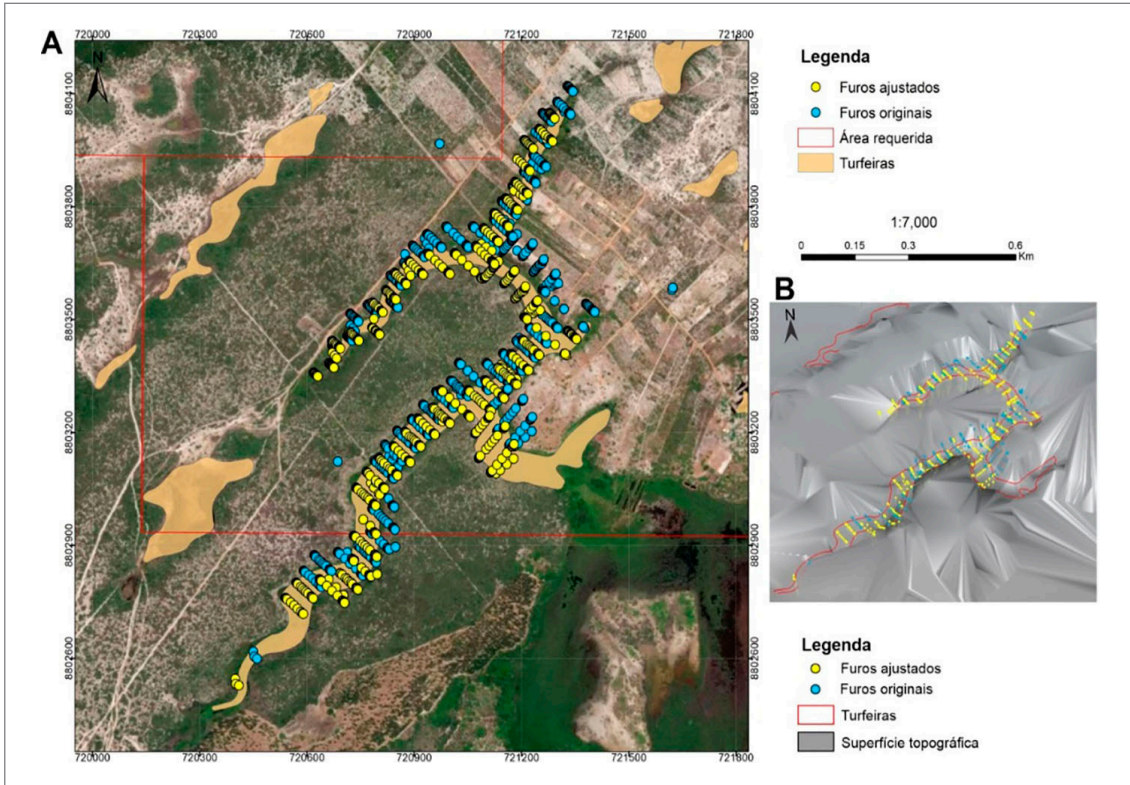


Figura 15 - (A) Limites da Turfeira Santo Amaro das Brotas com a disposição espacial dos furos de sondagem deslocados (em azul) e ajustados (em amarelo) em uma imagem de satélite; (B) Superfície topográfica gerada pelo *software* Studio 3 com locação dos furos, retratada com exagero de 15 vezes (Elaboração: Daniella Macedo).

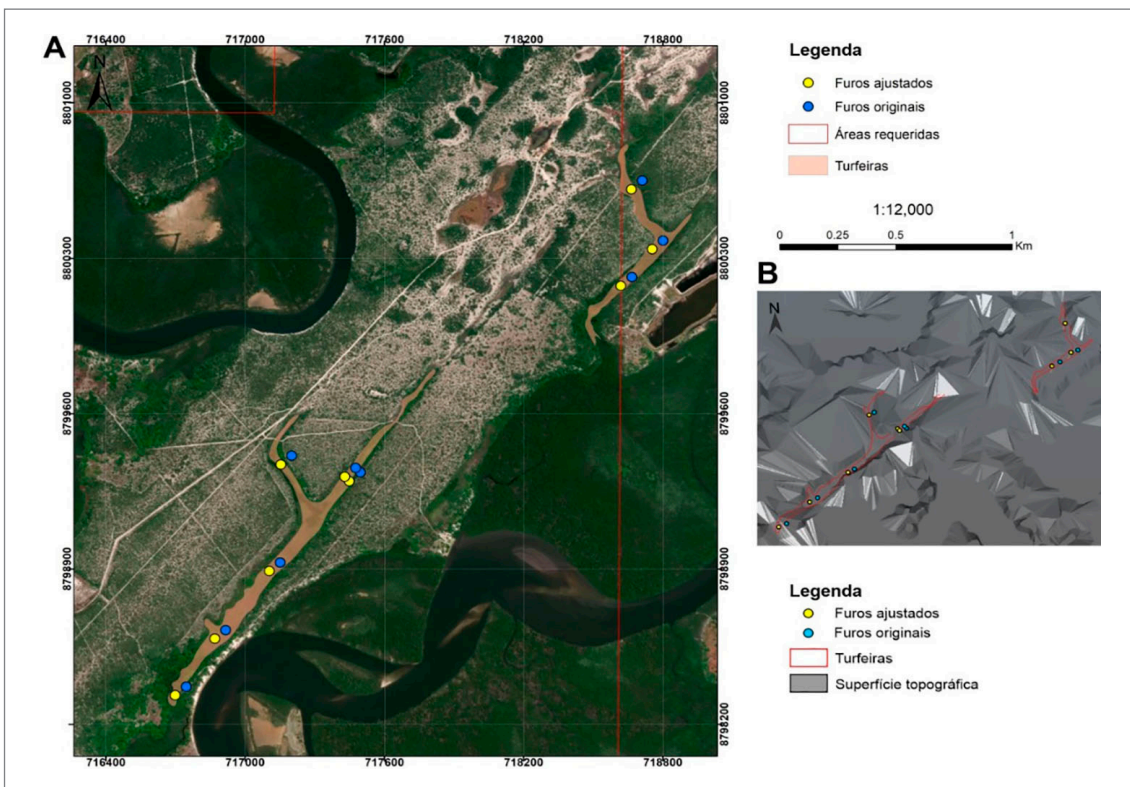


Figura 16 - (A) Limites das turfeiras Vela do Navio (inferior) e Riacho do Mosquito com a disposição espacial dos furos de sondagem deslocados (em azul) e ajustados (em amarelo) em uma imagem de satélite; (B) Superfície topográfica gerada pelo *software* Studio 3 com locação dos furos, retratada com exagero de 15 vezes (Elaboração: Daniella Macedo).

(*Shuttle Radar Topography Mission*), disponibilizados pelo USGS na rede mundial de computadores, que teve como propósito gerar um modelo de elevação digital da Terra. Para essa finalidade, a missão SRTM utilizou um radar de abertura sintética (SAR) para a produção de um banco de dados digitais para o MDT abrangendo todo o planeta, cujos resultados foram obtidos por meio do método conhecido como interferometria SAR, os quais distribuídos em formato raster com 90 metros de resolução vertical.

A partir do Topodata, procedeu-se ao **download** do arquivo em formato *.TIF, com base na articulação e no Sistema Geodésico de Referência (SGR) WGS84. O arquivo denominado 10S375ZN.tif, recobre a área de pesquisa situada na folha topográfica Aracaju (SC.24-Z-B).

Ao final, os valores das cotas obtidos dos relatórios de pesquisa da CPRM, ajustados de acordo com as isolinhas da nova superfície topográfica, geraram um arquivo em formato **shapefile**, que foi disponibilizado para tratamento em **softwares** 3D.

10. MODELAGEM GEOLOGICA

Como citado antes, a modelagem geológica dos depósitos de turfa arrolados pelo trabalho foi desenvolvida a partir dos dados disponibilizados pelos relatórios históricos da CPRM realizados na década de 80, durante o Projeto Turfa na Faixa Costeira Bahia-Sergipe. O conjunto de dados de sondagem, amostragem, análises químicas e estudos paleontológicos possibilitou a construção de modelos geológicos capazes de caracterizar as turfeiras existentes na área, bem como a realização do cálculo e estimativa dos recursos.

As turfeiras Santo Amaro das Brotas (DNPM 870055/1984 e 870155/1984), Vela do Navio (DNPM 870056/1984) e Riacho do Mosquito (DNPM 870056/1984), selecionadas para a modelagem geológica, tiveram seus dados consolidados e apresentados com base na relação espacial com as áreas dos processos de pesquisa do SGB-CPRM (Figuras 17 e 18), seguindo o que determina a legislação mineral. Dessa forma, a Turfeira Santo Amaro das Brotas, embora atrelada

a construção de um único modelo geológico, teve seus dados particionados por estender seus limites por duas áreas de processo, sendo os resultados com as estimativas de recursos e características físico-químicas apresentados de forma independente para cada uma delas. Em relação a Turfeira Riacho do Mosquito, que teve seu modelo geológico construído em conjunto com a Turfeira Vela do Navio, seus dados foram tratados integralmente, a despeito de que apenas uma parte da ocorrência estar inserida na área de pesquisa do SGB-CPRM (DNPM 870056/1984).

O trabalho teve início com a construção de um banco de dados, onde foram separadas as características espaciais e descritivas obtidas a partir dos perfis estratigráficos dos furos de sondagem. Nessa etapa procedeu-se a validação desse banco de dados, que contemplou a verificação de eventuais informações ausentes, intervalos com erros de digitação, intervalos duplicados e a consistência da profundidade final do furo e dos

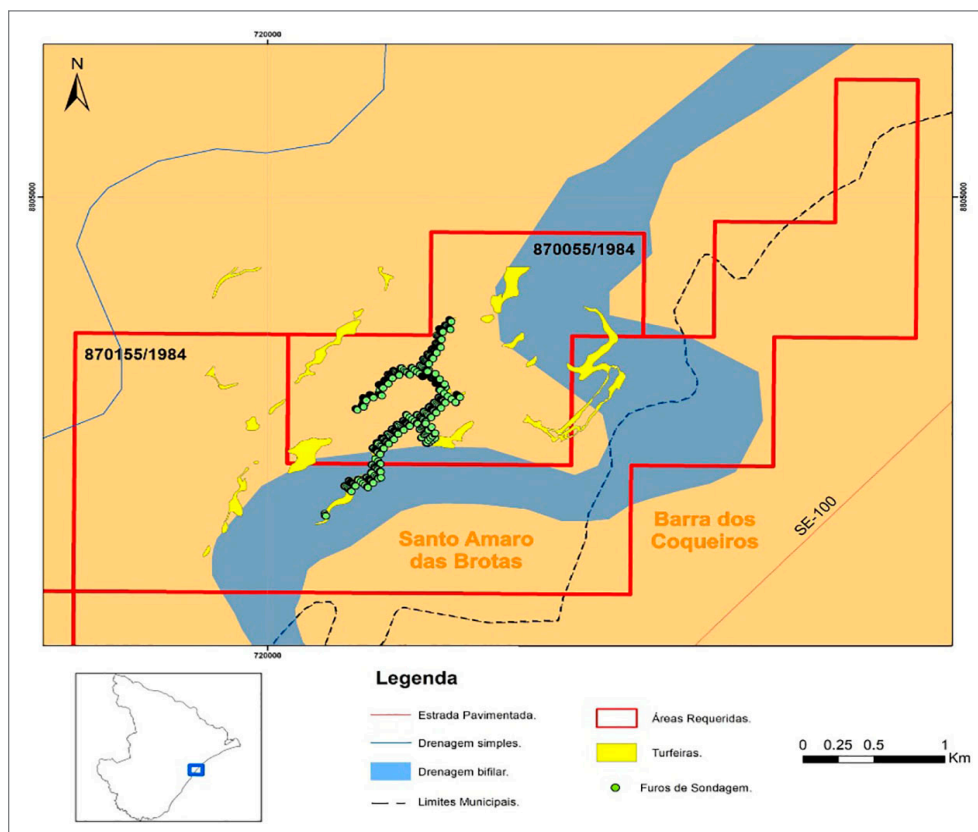


Figura 17 - Mapa com destaque da Turfeira Santo Amaro de Brotas e os furos de sondagem realizados (Elaboração: Daniella Macedo).

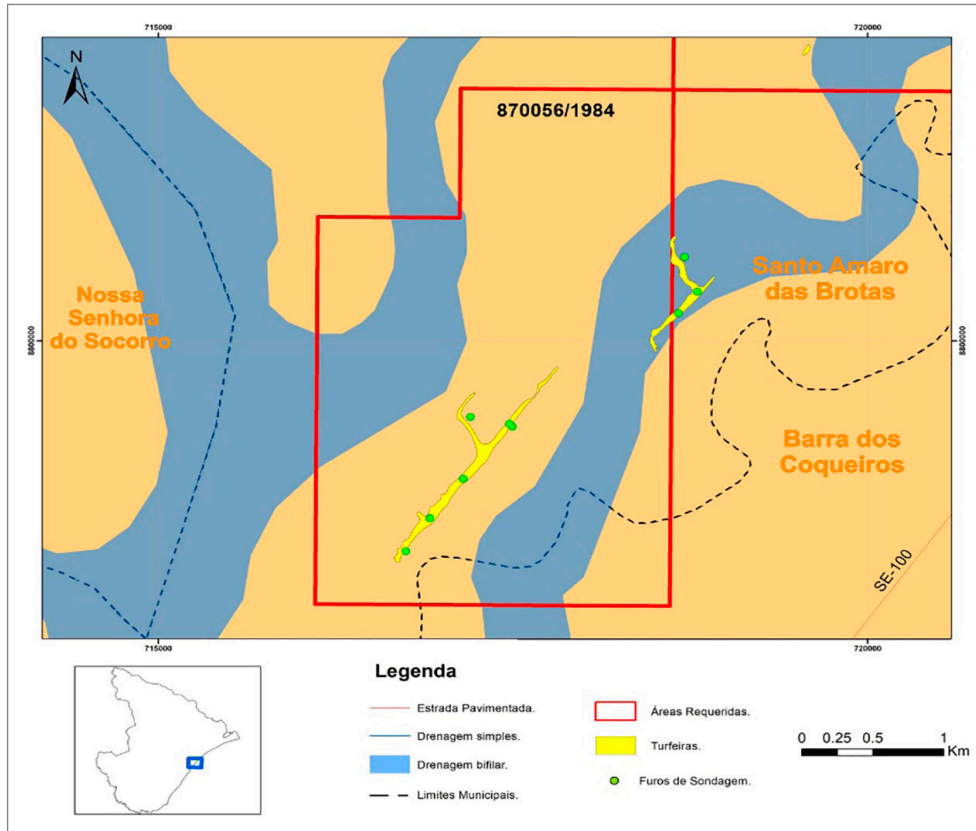


Figura 18 - Mapa com as turfeiras Vela do Navio (inferior) e Riacho dos Mosquitos e a localização dos furos de sondagem. (Elaboração: Daniella Macedo).

intervalos “De” (*FROM*) e “Até” (*TO*), com eliminação de *gaps* (lacunas) e *overlaps* (sobreposições), sendo nesse processo alguns perfis complementados com informações sobre as características estratigráficas e texturais, obtidas a partir de observações de campo.

Nas Tabelas 5 e 6 estão listados os furos de sondagem utilizados para a modelagem, relativos, respectivamente as turfeiras Santo Amaro das Brotas e Vela do Navio(+ Riacho do Mosquito), com suas coordenadas x e y manualmente ajustadas (*XCOLLAR* e *YCOLLAR*) aos limites das turfeiras com base nos mapas de localização dos furos de sondagem georreferenciados. A validação das cotas (*ZCOLLAR*) foi obtida a partir do rebatimento da topografia atualizada em ambiente 3D.

10.1. METODOLOGIA

O processo de modelagem geológica dos depósitos de turfa em pauta foi desenvolvido inicialmente no *software* CAE Studio 3 (3.22.90.0), a partir da montagem do modelo digital de terreno (MDT) da área em questão. Em seguida, as coordenadas dos furos de sondagem e os limites que delimitam as turfeiras foram rebatidos no MDT, visando seu ajuste a nova topografia do terreno. Tais informações, armazenadas em arquivos vetorizados *shapefile*, foram levadas então

para o *software* Strat3D (versão 2.1.75.0), onde foram inseridas no banco de dados do ambiente do programa, através de tabelas em formato *csv* (*comma separated values*), organizadas da seguinte forma:

- Tabela Collar: Armazena os dados de posição espacial de cada furo de sonda bem como a cota da boca do furo;
- Tabela Geology: Armazena os dados de litologia, unidade estratigráfica e demais características descritivas dos intervalos litológicos de cada furo;
- Tabela Assay: Armazena os dados analíticos provenientes das análises químicas dos intervalos amostrados de cada furo;
- Tabela Strata: Armazena os dados de correlação determinados a partir das interpretações realizadas no *software*.

Depois de inseridas e devidamente validadas, as tabelas foram mescladas formando dois arquivos, denominados “Holes_TurfaSE_SantoAmaro_CPRM” (congelamento em 18/03/2019) e “Holes_TurfaSE_VeladoNavio_CPRM” (congelamento em 19/03/2019).

O passo seguinte foi a definição de uma ordem estratigráfica sumarizada dos intervalos litológicos descritos nos perfis estratigráficos dos furos de sondagem (Tabela 7), a partir da qual foram baseadas as correlações dos perfis construídos pelo *software* Strat3D.

Tabela 5 - Listagem dos furos de sondagem (BHID) da Turfeira Santo Amaro das Brotas, com suas coordenadas originais (COORDX e COORDY) e corrigidas (XCOLLAR e YCOLLAR), assim como das cotas validadas (ZCOLLAR) (Elaboração: Daniella Macedo).

BHID	XCOLLAR	YCOLLAR	ZCOLLAR	COTA	COORDX	COORDY
JF-1000	721324	8803407	-1	2.1	721375	8803479
JF-1001	721325	8803405	-0.8	1.7	721376	8803477
JF-259	721075	8803203	-4.7	2.6	721075	8803203
JF-338	720778	8803066	-3.7	8.37	720829	8803138
JF-339	720787	8803054	-3.6	6	720838	8803126
JF-340	720792	8803068	-3.9	5.58	720843	8803140
JF-341	720800	8803038	-7.3	7.1	720851	8803110
JF-341A	721210	8803507	-0.7	1.4	721621	8803579
JF-342	720803	8803035	-4.3	4.51	720854	8803107
JF-342A	721215	8803509	-1	3.44	721266	8803581
JF-343	721214	8803513	-1.9	7	721265	8803585
JF-344	721233	8803517	-0.5	4	721284	8803589
JF-345	721242	8803521	-2	5	721293	8803593
JF-346	721247	8803523	-0.5	4	721298	8803595
JF-347	721252	8803525	-2.15	4.3	721303	8803597
JF-348	721143	8803379	-3.7	5	721194	8803451
JF-349	721148	8803374	-2.6	3	721199	8803446
JF-350	721156	8803367	-5.7	5	721207	8803439
JF-351	721163	8803361	-3.9	3	721214	8803433
JF-352	721171	8803354	-4.7	5	721222	8803426
JF-353	721178	8803348	-3.6	2.53	721229	8803420
JF-354	721182	8803344	-4.8	4	721233	8803416
JF-355	721186	8803341	-4.9	6	721237	8803413
JF-356	721128	8803091	-4.9	4	721179	8803163
JF-357	721140	8803100	-5.5	3	721191	8803172
JF-358	721159	8803116	-5.5	3	721210	8803188
JF-359	721178	8803131	-6	3	721229	8803203
JF-360	720878	8803644	-0.5	3	720929	8803716
JF-361	720884	8803630	-0.5	10	720935	8803702
JF-362	720890	8803617	-0.5	7	720941	8803689
JF-363	720671	8803412	0	1	720722	8803484
JF-364	720677	8803404	0	6.05	720728	8803476
JF-365	720683	8803397	0.1	1.53	720734	8803469
JF-366	721088	8803701	-0.5	5	721139	8803773
JF-367	721101	8803693	-0.5	7	721152	8803765
JF-368	721117	8803683	-0.5	6	721168	8803755
JF-369	721179	8803843	-0.5	2.6	721230	8803915
JF-370	721196	8803833	-0.5	9	721247	8803905
JF-371	721205	8803828	-0.5	3.4	721256	8803900
JF-372	721260	8803997	0.2	2.6	721311	8804069
JF-373	721265	8803988	0.216267	7	721316	8804060
JF-374	721269	8803980	0.16762	5	721320	8804052

Tabela 5 - Listagem dos furos de sondagem (BHID) da Turfeira Santo Amaro das Brotas, com suas coordenadas originais (COORDX e COORDY) e corrigidas (XCOLLAR e YCOLLAR), assim como das cotas validadas (ZCOLLAR) (Elaboração: Daniella Macedo). (continuação)

BHID	XCOLLAR	YCOLLAR	ZCOLLAR	COTA	COORDX	COORDY
JF-375	720661	8802810	-0.5	3.64	720712	8802882
JF-376	720681	8802789	-0.21496	9	720732	8802861
JF-377	720702	8802768	1.282828	6	720753	8802840
JF-378	720957	8803261	-5.5	2	721008	8803333
JF-379	720968	8803245	-5.5	2.25	721019	8803317
JF-380	720979	8803229	-5.5	3	721030	8803301
JF-381	720399	8802546	-0.5	2	720450	8802618
JF-382	720401	8802533	-0.5	10	720452	8802605
JF-383	720409	8802528	-0.5	3	720460	8802600
JF-434	720618	8803359	1.764274	1.1	720669	8803431
JF-435	720620	8803358	1.757906	1.22	720671	8803430
JF-436	720622	8803356	1.727804	1.36	720673	8803428
JF-437	720624	8803354	1.647701	1.4	720675	8803426
JF-438	720626	8803353	1.536334	3.1	720677	8803425
JF-439	720628	8803351	1.541231	2.42	720679	8803423
JF-440	720630	8803349	1.696128	0.8	720681	8803421
JF-441	720661	8803384	0.848565	0.5	720712	8803456
JF-442	720663	8803383	0.787197	1.2	720714	8803455
JF-443	720665	8803381	0.542095	2	720716	8803453
JF-444	720667	8803379	0.546993	2	720718	8803451
JF-445	720669	8803378	0.556586	4	720720	8803450
JF-446	720671	8803376	0.330031	4	720722	8803448
JF-447	720673	8803374	0.548478	4	720724	8803446
JF-448	720675	8803372	0.501924	3	720726	8803444
JF-449	720669	8803444	0.824445	0.27	720720	8803516
JF-450	720671	8803443	0.580556	0.67	720722	8803515
JF-451	720673	8803441	0.416666	0.9	720724	8803513
JF-452	720674	8803439	0.422222	1.47	720725	8803511
JF-453	720678	8803436	-0.25556	3	720729	8803508
JF-454	720681	8803434	-1.38889	5	720732	8803506
JF-455	720684	8803431	-2.12222	6	720735	8803503
JF-456	720688	8803428	-1.79905	4.88	720739	8803500
JF-457	720690	8803426	-1.244	4	720741	8803498
JF-458	720691	8803424	-0.98679	3.75	720742	8803496
JF-459	720693	8803423	-0.5	1.65	720744	8803495
JF-460	720718	8803468	-0.245	0.77	720769	8803540
JF-461	720720	8803466	-0.245	0.92	720771	8803538
JF-462	720723	8803465	-0.25	1.16	720774	8803537
JF-463	720725	8803463	-0.5	3	720776	8803535
JF-464	720728	8803459	-1.5	4	720779	8803531
JF-465	720732	8803456	-2.5	6	720783	8803528
JF-466	720736	8803452	-1.5	5	720787	8803524

Tabela 5 - Listagem dos furos de sondagem (BHID) da Turfeira Santo Amaro das Brotas, com suas coordenadas originais (COORDX e COORDY) e corrigidas (XCOLLAR e YCOLLAR), assim como das cotas validadas (ZCOLLAR) (Elaboração: Daniella Macedo). (continuação)

BHID	XCOLLAR	YCOLLAR	ZCOLLAR	COTA	COORDX	COORDY
JF-467	720740	8803449	-1.75	4.81	720791	8803521
JF-468	720742	8803447	-1.75	4.74	720793	8803519
JF-469	720743	8803445	-1	3.66	720794	8803517
JF-470	720745	8803444	-0.8	2.29	720796	8803516
JF-471	720781	8803479	-0.15	1	720832	8803551
JF-472	720783	8803477	-0.35	1.41	720834	8803549
JF-473	720785	8803476	-1	3	720836	8803548
JF-474	720787	8803502	-1.5	4	720838	8803547
JF-475	720791	8803471	-1.6	5	720842	8803543
JF-476	720792	8803469	-2.85	7	720843	8803541
JF-477	720794	8803468	-3.85	9	720845	8803540
JF-478	720798	8803464	-3	7	720849	8803536
JF-479	720800	8803463	-2.7	6.5	720851	8803535
JF-480	720802	8803461	-1.25	3.96	720853	8803533
JF-481	720803	8803460	-0.85	3	720854	8803532
JF-482	720782	8803546	-0.1	1	720833	8803618
JF-483	720783	8803544	-0.35	1.64	720834	8803616
JF-484	720786	8803542	-0.5	2	720837	8803614
JF-485	720788	8803541	-1	3	720839	8803613
JF-486	720793	8803536	-3	7.28	720844	8803608
JF-487	720797	8803532	-3.5	8.6	720848	8803604
JF-488	720801	8803529	-3.88	9	720852	8803601
JF-489	720806	8803524	-2.9	7	720857	8803596
JF-490	720808	8803522	-2.35	5.5	720859	8803594
JF-491	720810	8803520	-1.8	4.4	720861	8803592
JF-492	720812	8803519	-1	3	720863	8803591
JF-493	720820	8803579	-0.185	0.73	720871	8803651
JF-494	720822	8803577	-0.35	2	720873	8803649
JF-495	720823	8803575	-0.7	3	720874	8803674
JF-496	720825	8803573	-1.35	4	720876	8803645
JF-497	720829	8803570	-3	8	720880	8803642
JF-498	720833	8803567	-4	10	720884	8803639
JF-499	720836	8803563	-3.085	9.54	720887	8803635
JF-500	720842	8803559	-3	7.7	720893	8803631
JF-501	720844	8803557	-2.35	5.77	720895	8803629
JF-502	720846	8803555	-1.75	5	720897	8803627
JF-503	720849	8803553	-0.75	3	720900	8803625
JF-504	720844	8803625	0.56235	1	720895	8803697
JF-505	720846	8803623	0.124739	2	720897	8803695
JF-506	720848	8803621	-0.35	2	720899	8803693
JF-507	720850	8803619	-0.85	3	720901	8803691
JF-508	720856	8803614	-2.85	6.56	720907	8803686

Tabela 5 - Listagem dos furos de sondagem (BHID) da Turfeira Santo Amaro das Brotas, com suas coordenadas originais (COORDX e COORDY) e corrigidas (XCOLLAR e YCOLLAR), assim como das cotas validadas (ZCOLLAR) (Elaboração: Daniella Macedo). (continuação)

BHID	XCOLLAR	YCOLLAR	ZCOLLAR	COTA	COORDX	COORDY
JF-509	720861	8803609	-2.85	7.59	720912	8803681
JF-510	720867	8803605	-3	9	720918	8803677
JF-511	720873	8803599	-2.7	7	720924	8803671
JF-512	720874	8803598	-1.2	6	720925	8803670
JF-513	720876	8803596	-1.7	5	720927	8803668
JF-514	720878	8803594	-1	2.57	720929	8803666
JF-515	720884	8803656	-0.125	1.68	720935	8803728
JF-516	720886	8803654	-0.2	2	720937	8803726
JF-517	720888	8803653	-0.175	1.7	720939	8803725
JF-518	720890	8803651	-0.85	2.55	720941	8803723
JF-519	720897	8803645	-3	7.23	720948	8803717
JF-520	720904	8803638	-3.5	9	720955	8803710
JF-521	720912	8803631	-3.7	9	720963	8803703
JF-522	720920	8803625	-2.25	6	720971	8803967
JF-523	720921	8803623	-1.5	5	720972	8803695
JF-524	720923	8803621	-1.2	3.74	720974	8803693
JF-525	720925	8803619	-0.15	1.71	720976	8803691
JF-526	720938	8803676	-0.12	1	720989	8803748
JF-527	720939	8803674	-0.13	1	720990	8803746
JF-528	720941	8803672	-0.34	0.68	720992	8803744
JF-529	720943	8803671	-0.16	0.8	720994	8803743
JF-530	720958	8803658	-3.2	8	721009	8803730
JF-531	720969	8803648	-3	8	721020	8803720
JF-532	720979	8803639	-3.1	8	721030	8803711
JF-533	720994	8803626	-2.35	6	721045	8803698
JF-534	720996	8803624	-1.5	5	721047	8803696
JF-535	720998	8803622	-1.2	4	721049	8803694
JF-536	721000	8803621	-0.25	3	721051	8803693
JF-537	721012	8803677	-0.15	1	721063	8803749
JF-538	721014	8803675	-0.3	2	721065	8803747
JF-539	721016	8803674	-0.7	3	721067	8803746
JF-540	721018	8803672	-0.8	3	721069	8803744
JF-541	721033	8803659	-3.25	8	721084	8803731
JF-542	721051	8803643	-3.1	8	721102	8803715
JF-543	721069	8803628	-1.3	4.7	721120	8803700
JF-544	721086	8803612	-0.5	1.7	721187	8803684
JF-545	721088	8803610	-0.5	1.68	721139	8803682
JF-546	721090	8803609	-0.5	3	721141	8803681
JF-547	721095	8803610	-0.2	2	721146	8803682
JF-548	721097	8803612	-0.7	3	721148	8803684
JF-549	721099	8803614	-0.7	2.85	721150	8803686
JF-550	721101	8803616	-1.35	4.71	721152	8803688

Tabela 5 - Listagem dos furos de sondagem (BHID) da Turfeira Santo Amaro das Brotas, com suas coordenadas originais (COORDX e COORDY) e corrigidas (XCOLLAR e YCOLLAR), assim como das cotas validadas (ZCOLLAR) (Elaboração: Daniella Macedo). (continuação)

BHID	XCOLLAR	YCOLLAR	ZCOLLAR	COTA	COORDX	COORDY
JF-551	721106	8803622	-2.1	5.8	721157	8803694
JF-552	721110	8803626	-2	5.72	721161	8803698
JF-553	721115	8803632	-2	5.9	721166	8803704
JF-554	721120	8803637	-1.85	5	721171	8803709
JF-555	721122	8803639	-1.7	5	721173	8803711
JF-556	721124	8803641	-1.7	5	721175	8803713
JF-557	721126	8803644	-1.62	4.55	721177	8803716
JF-558	721128	8803646	-1.7	5	721179	8803718
JF-559	721129	8803647	-0.7	3	721180	8803719
JF-560	721131	8803649	-0.5	2	721182	8803721
JF-561	721132	8803651	-0.15	2	721183	8803723
JF-562	721134	8803653	-0.125	1	721185	8803725
JF-563	721136	8803655	-0.1	1	721187	8803727
JF-564	721071	8803696	-0.075	0.82	721122	8803768
JF-565	721073	8803694	-0.1	1	721124	8803766
JF-566	721075	8803692	-0.35	2	721126	8803764
JF-567	721077	8803690	-0.7	3	721128	8803762
JF-568	721087	8803681	-2.16	5.36	721138	8803753
JF-569	721097	8803672	-2.49	6.46	721148	8803744
JF-570	721107	8803663	-1.94	5.52	721158	8803735
JF-571	721116	8803656	-1.575	4.59	721167	8803728
JF-572	721117	8803655	-1.135	3.47	721168	8803727
JF-573	721119	8803653	-1.045	3.55	721170	8803725
JF-574	721121	8803652	-1	3.4	721172	8803724
JF-575	721123	8803650	-0.65	4	721174	8803722
JF-576	721125	8803648	-0.7	2.6	721176	8803720
JF-577	721093	8803743	-0.2	2	721144	8803815
JF-578	721095	8803741	-0.5	2	721146	8803813
JF-579	721097	8803740	-0.7	3	721148	8803812
JF-580	721099	8803738	-1	3	721150	8803810
JF-581	721106	8803732	-3.2	8	721157	8803804
JF-582	721114	8803725	-3.2	8	721165	8803797
JF-583	721122	8803718	-3.2	8	721173	8803790
JF-584	721130	8803711	-2.2	6	721181	8803783
JF-585	721132	8803710	-2.1	5	721183	8803782
JF-586	721133	8803708	-0.35	2	721184	8803780
JF-587	721135	8803707	-0.35	2	721186	8803779
JF-588	721123	8803783	-0.16	1	721174	8803855
JF-589	721125	8803782	-0.2	2	721176	8803854
JF-590	721127	8803781	-0.6	1.8	721178	8803853
JF-591	721128	8803779	-0.58	3	721179	8803851
JF-592	721135	8803772	-3.25	8	721186	8803844

Tabela 5 - Listagem dos furos de sondagem (BHID) da Turfeira Santo Amaro das Brotas, com suas coordenadas originais (COORDX e COORDY) e corrigidas (XCOLLAR e YCOLLAR), assim como das cotas validadas (ZCOLLAR) (Elaboração: Daniella Macedo). (continuação)

BHID	XCOLLAR	YCOLLAR	ZCOLLAR	COTA	COORDX	COORDY
JF-593	721143	8803765	-3.2	8	721194	8803837
JF-594	721152	8803758	-3.5	8	721203	8803830
JF-595	721158	8803752	-3	7	721209	8803824
JF-596	721160	8803750	-1.5	4	721211	8803822
JF-597	721162	8803749	-0.5	4	721213	8803821
JF-598	721164	8803747	-0.85	3	721215	8803819
JF-599	721155	8803822	-0.15	2	721206	8803894
JF-600	721157	8803820	-0.2	1.4	721208	8803892
JF-601	721159	8803818	-0.2	2	721210	8803890
JF-602	721161	8803817	-1.6	4	721212	8803889
JF-603	721167	8803812	-3.1	8	721218	8803884
JF-604	721172	8803806	-3.7	9	721223	8803878
JF-605	721178	8803801	-3.375	9	721229	8803873
JF-606	721184	8803797	-3.2	7	721235	8803869
JF-607	721186	8803795	-1.7	5	721237	8803867
JF-608	721187	8803793	-0.35	3	721238	8803865
JF-609	721189	8803791	-0.115	2	721240	8803863
JF-610	721181	8803866	-0.7	3	721232	8803938
JF-611	721183	8803864	-1.5	3.75	721234	8803936
JF-612	721185	8803863	-2.35	5.75	721236	8803935
JF-613	721187	8803861	-3	8	721238	8803933
JF-614	721193	8803856	-3.7	8	721244	8803928
JF-615	721200	8803850	-3.7	9	721251	8803922
JF-616	721206	8803844	-3.2	8	721257	8803916
JF-617	721212	8803839	-2.8	7	721263	8803911
JF-618	721214	8803838	-2.2	6	721265	8803910
JF-619	721216	8803836	-1.57559	5	721267	8803908
JF-620	721218	8803834	-0.42384	3	721269	8803906
JF-624	721188	8803926	-0.2	2	721239	8803998
JF-625	721196	8803920	-1.2	4	721247	8803992
JF-626	721203	8803913	-1.85	9	721254	8803985
JF-627	721211	8803906	-3.275	9	721262	8803978
JF-628	721219	8803900	-0.15	3	721270	8803972
JF-629	721221	8803898	-0.15	2	721272	8803970
JF-630	721223	8803896	-0.15	1	721274	8803968
JF-631	721224	8803895	-0.17	1	721275	8803967
JF-632	721207	8803977	1.431711	2	721258	8804049
JF-633	721209	8803976	1.323209	2	721260	8804048
JF-634	721210	8803974	0.886236	2	721261	8804046
JF-635	721212	8803973	0.583461	2	721263	8804045
JF-636	721215	8803970	-0.65629	5	721266	8804042
JF-637	721219	8803966	-1.6088	5.62	721270	8804038

Tabela 5 - Listagem dos furos de sondagem (BHID) da Turfeira Santo Amaro das Brotas, com suas coordenadas originais (COORDX e COORDY) e corrigidas (XCOLLAR e YCOLLAR), assim como das cotas validadas (ZCOLLAR) (Elaboração: Daniella Macedo). (continuação)

BHID	XCOLLAR	YCOLLAR	ZCOLLAR	COTA	COORDX	COORDY
JF-638	721223	8803963	-3.13446	9	721274	8804035
JF-639	721227	8803960	-2.57187	7	721278	8804032
JF-641	721231	8803956	-1.29432	4	721282	8804028
JF-642	721233	8803954	-0.58307	3	721284	8804026
JF-643	721248	8804007	0.850704	2	721299	8804079
JF-644	721250	8804005	0.547613	2	721301	8804077
JF-645	721252	8804004	0.342613	3	721303	8804076
JF-646	721254	8804002	0.083822	3	721305	8804074
JF-647	721260	8803997	-1.28076	5.78	721311	8804069
JF-648	721267	8803990	-2.06285	7	721318	8804062
JF-649	721275	8803983	-1.52662	6	721326	8804055
JF-650	721281	8803979	-1.08199	4	721332	8804051
JF-651	721283	8803977	-0.85565	4	721334	8804049
JF-652	721285	8803975	-0.35431	3	721336	8804047
JF-653	721287	8803973	-0.20297	3	721338	8804045
JF-654	721277	8804049	1.485976	2	721328	8804121
JF-655	721279	8804047	1.362424	3	721330	8804119
JF-656	721281	8804045	0.238872	4	721332	8804117
JF-657	721283	8804044	0.076429	5	721334	8804116
JF-658	721285	8804041	-0.68455	6	721336	8804112
JF-659	721287	8804040	-0.16777	5	721338	8804112
JF-660	721289	8804038	1.608561	1	721340	8804110
JF-661	721291	8804036	1.422563	3	721342	8804108
JF-662	721293	8804034	1.533445	2	721344	8804106
JF-668	720737	8803054	-1.99753	0.7	720788	8803126
JF-669	720739	8803052	-2.19152	0.9	720790	8803124
JF-670	720741	8803051	-2.37959	1.1	720792	8803123
JF-671	720743	8803049	-2.40374	1	720794	8803121
JF-672	720753	8803040	-4.3472	4.9	720804	8803112
JF-673	720759	8803035	-3.9951	4.3	720810	8803107
JF-674	720764	8803030	-3.96565	4.1	720815	8803102
JF-675	720770	8803026	-3.88949	3.4	720821	8803098
JF-676	720775	8803021	-4.18253	3.2	720826	8803093
JF-677	720786	8803011	-4.68165	3.1	720837	8803083
JF-678	720788	8803009	-4.77183	3.2	720839	8803081
JF-679	720790	8803008	-4.5702	2.7	720841	8803080
JF-680	720792	8803006	-4.51039	2.5	720843	8803078
JF-681	720766	8803096	-3.75434	2.4	720817	8803168
JF-682	720768	8803094	-4.77063	4.2	720819	8803166
JF-683	720769	8803093	-6.03505	6.5	720820	8803165
JF-684	720771	8803091	-6.15604	6.5	720822	8803163
JF-685	720776	8803086	-6.76216	7.3	720827	8803158

Tabela 5 - Listagem dos furos de sondagem (BHID) da Turfeira Santo Amaro das Brotas, com suas coordenadas originais (COORDX e COORDY) e corrigidas (XCOLLAR e YCOLLAR), assim como das cotas validadas (ZCOLLAR) (Elaboração: Daniella Macedo). (continuação)

BHID	XCOLLAR	YCOLLAR	ZCOLLAR	COTA	COORDX	COORDY
JF-686	720792	8803073	-7.62934	8.2	720843	8803145
JF-687	720801	8803065	-8.09037	8.5	720852	8803137
JF-688	720812	8803055	-7.6206	7	720863	8803127
JF-689	720813	8803054	-6.73214	5.3	720864	8803126
JF-690	720815	8803052	-6.04063	4.1	720866	8803124
JF-691	720817	8803051	-5.872	3.9	720686	8803123
JF-692	720800	8803133	-3.91436	2.7	720851	8803205
JF-693	720802	8803131	-4.26865	3	720853	8803203
JF-694	720803	8803129	-5.34788	4.9	720854	8803201
JF-695	720805	8803128	-6.67509	7.2	720856	8803200
JF-696	720810	8803124	-7.71534	8.2	720861	8803196
JF-697	720815	8803119	-8.48362	7.8	720866	8803191
JF-698	720826	8803110	-8.85	7.8	720877	8803182
JF-699	720832	8803104	-8.24043	7.4	720883	8803176
JF-700	720837	8803100	-7.48573	7.2	720888	8803172
JF-701	720848	8803091	-5.47846	6.1	720899	8803163
JF-702	720850	8803089	-5.18269	6.1	720901	8803161
JF-703	720852	8803087	-3.78107	3.8	720903	8803159
JF-704	720853	8803086	-3.62483	3.8	720904	8803158
JF-705	720841	8803164	-4.36864	2.3	720892	8803236
JF-706	720843	8803162	-5.31435	3.2	720894	8803234
JF-707	720844	8803161	-6.2372	5.4	720895	8803233
JF-708	720846	8803160	-6.71005	6.1	720897	8803232
JF-709	720856	8803151	-7.86572	6.2	720907	8803223
JF-710	720865	8803142	-8.23615	6.9	720916	8803214
JF-711	720875	8803134	-6.4594	6.4	720926	8803206
JF-712	720884	8803126	-4.99213	6.4	720935	8803198
JF-713	720885	8803124	-4.44965	5.9	720936	8803196
JF-714	720887	8803123	-3.7642	5	720938	8803195
JF-715	720889	8803121	-2.61225	3.4	720940	8803193
JF-716	720873	8803202	-5.75	1.6	720924	8803274
JF-717	720875	8803201	-5.95	2	720926	8803273
JF-718	720877	8803199	-6.1	2.3	720928	8803271
JF-719	720878	8803198	-6.25	2.6	720929	8803270
JF-720	720887	8803189	-6.85	3.8	720938	8803261
JF-721	720892	8803186	-6.75	3.6	720943	8803258
JF-722	720897	8803182	-6.6	3.3	720948	8803254
JF-723	720901	8803178	-6.6	3.3	720952	8803250
JF-724	720906	8803174	-6.21228	3.1	720957	8803246
JF-725	720913	8803167	-5.25307	3.1	720964	8803239
JF-726	720915	8803166	-5.04946	3.1	720966	8803238
JF-727	720916	8803164	-4.74166	2.9	720967	8803236

Tabela 5 - Listagem dos furos de sondagem (BHID) da Turfeira Santo Amaro das Brotas, com suas coordenadas originais (COORDX e COORDY) e corrigidas (XCOLLAR e YCOLLAR), assim como das cotas validadas (ZCOLLAR) (Elaboração: Daniella Macedo). (continuação)

BHID	XCOLLAR	YCOLLAR	ZCOLLAR	COTA	COORDX	COORDY
JF-728	720918	8803162	-3.96106	1.9	720969	8803234
JF-729	720909	8803237	-4.79074	0.9	720960	8803309
JF-730	720911	8803236	-5.99767	2.9	720962	8803308
JF-731	720913	8803234	-6.1278	2.5	720964	8803306
JF-732	720915	8803232	-6.45	3	720966	8803304
JF-733	720924	8803224	-6.55	3.2	720975	8803296
JF-734	720934	8803215	-6.5	3.1	720985	8803287
JF-735	720944	8803206	-6.6	3.3	720995	8803278
JF-736	720953	8803198	-6.12038	3.3	721004	8803270
JF-737	720955	8803196	-5.7549	3.5	721006	8803268
JF-738	720956	8803195	-5.37216	3.2	721007	8803267
JF-739	720958	8803194	-4.94711	3.1	721009	8803266
JF-740	720951	8803266	-5.37833	1	721002	8803338
JF-741	720953	8803265	-6.4	2.9	721004	8803337
JF-742	720954	8803264	-6.65	3.4	721005	8803336
JF-743	720957	8803262	-6.75	3.6	721008	8803334
JF-744	720966	8803254	-6.65	3.4	721017	8803326
JF-745	720970	8803249	-6.75	3.6	721021	8803321
JF-746	720975	8803246	-6.9	3.9	721026	8803318
JF-747	720980	8803241	-6.6	3.3	721031	8803313
JF-748	720985	8803237	-6.5	3.1	721036	8803309
JF-749	720993	8803231	-6.39732	3.5	721044	8803303
JF-750	720996	8803228	-5.81248	3.4	721047	8803300
JF-751	720998	8803226	-5.35591	3.2	721049	8803298
JF-752	721000	8803224	-4.99935	3.2	721051	8803296
JF-753	720973	8803313	-3.49107	1	721024	8803385
JF-754	720975	8803312	-3.90567	1.3	721026	8803384
JF-755	720977	8803310	-5.28717	3.4	721028	8803382
JF-756	720979	8803309	-5.60177	3.5	721030	8803381
JF-757	720998	8803292	-6.5	3.1	721049	8803364
JF-758	721015	8803277	-6.5	3.1	721066	8803349
JF-759	721034	8803261	-6.4	2.9	721085	8803333
JF-760	721050	8803247	-6.13779	2.7	721101	8803319
JF-761	721052	8803245	-5.7611	2.1	721103	8803317
JF-762	721054	8803243	-5.55414	1.8	721105	8803315
JF-763	721056	8803241	-5.54848	1.8	721107	8803313
JF-764	721050	8803313	-4.9	2.6	721101	8803385
JF-765	721052	8803311	-6.35	5.1	721103	8803383
JF-766	721054	8803310	-4.45	1.1	721105	8803382
JF-767	721055	8803308	-4.6	1	721106	8803380
JF-768	721069	8803296	-5.8	1.7	721120	8803368
JF-769	721076	8803291	-6.4	2.9	721127	8803363

Tabela 5 - Listagem dos furos de sondagem (BHID) da Turfeira Santo Amaro das Brotas, com suas coordenadas originais (COORDX e COORDY) e corrigidas (XCOLLAR e YCOLLAR), assim como das cotas validadas (ZCOLLAR) (Elaboração: Daniella Macedo). (continuação)

BHID	XCOLLAR	YCOLLAR	ZCOLLAR	COTA	COORDX	COORDY
JF-770	721083	8803285	-6.5	3.1	721134	8803357
JF-771	721089	8803279	-6.2	2.5	721140	8803351
JF-772	721096	8803273	-6.15	2.4	721147	8803345
JF-773	721109	8803262	-5.9	1.9	721160	8803334
JF-774	721111	8803260	-5.9	1.9	721162	8803332
JF-775	721112	8803259	-5.9	1.8	721163	8803331
JF-776	721115	8803257	-5.8	1.7	721166	8803329
JF-777	721097	8803339	-3.37841	0.5	721148	8803411
JF-778	721099	8803337	-3.75441	0.8	721150	8803409
JF-779	721100	8803335	-4.01764	1	721151	8803407
JF-780	721102	8803334	-4.7975	2.2	721153	8803406
JF-781	721113	8803324	-6.06624	2.7	721164	8803396
JF-782	721124	8803315	-6.3	2.7	721175	8803387
JF-783	721134	8803306	-6.4	2.9	721185	8803378
JF-784	721145	8803297	-5.9	1.9	721196	8803369
JF-785	721146	8803295	-5.85	1.8	721197	8803367
JF-786	721148	8803294	-5.8287	1.9	721199	8803366
JF-787	721151	8803291	-5.31887	1.8	721202	8803363
JF-788	721134	8803372	-1.70692	0.5	721185	8803444
JF-789	721136	8803370	-2.05767	0.8	721187	8803442
JF-790	721148	8803369	-2.87976	1	721199	8803441
JF-791	721140	8803367	-3.06325	2.1	721191	8803439
JF-792	721150	8803359	-4.18906	2.1	721201	8803431
JF-793	721155	8803354	-4.81521	2	721206	8803426
JF-794	721160	8803349	-4.82727	2.2	721211	8803421
JF-795	721165	8803346	-4.74553	2.3	721216	8803418
JF-796	721170	8803341	-4.50758	2	721221	8803413
JF-797	721181	8803332	-3.72395	1.7	721232	8803404
JF-798	721183	8803330	-3.47141	1.7	721234	8803402
JF-799	721184	8803329	-3.42554	1.9	721235	8803401
JF-800	721187	8803327	-2.96225	1.8	721238	8803399
JF-801	721170	8803409	-2.2187	0.4	721221	8803481
JF-802	721172	8803407	-2.33352	0.7	721223	8803479
JF-803	721174	8803405	-2.39834	0.9	721225	8803477
JF-804	721176	8803403	-2.91316	2	721227	8803475
JF-805	721186	8803395	-2.59348	1.8	721237	8803467
JF-806	721195	8803386	-2.43517	1.8	721246	8803458
JF-807	721205	8803378	-2.16548	1.7	721256	8803450
JF-808	721215	8803369	-1.76769	1.3	721266	8803441
JF-809	721217	8803368	-1.76061	1.4	721268	8803440
JF-810	721218	8803366	-1.71492	1.3	721269	8803438
JF-811	721220	8803365	-1.85785	1.7	721271	8803437

Tabela 5 - Listagem dos furos de sondagem (BHID) da Turfeira Santo Amaro das Brotas, com suas coordenadas originais (COORDX e COORDY) e corrigidas (XCOLLAR e YCOLLAR), assim como das cotas validadas (ZCOLLAR) (Elaboração: Daniella Macedo). (continuação)

BHID	XCOLLAR	YCOLLAR	ZCOLLAR	COTA	COORDX	COORDY
JF-812	721201	8803447	-0.21265	0.5	721252	8803519
JF-813	721203	8803446	-0.2	0.5	721254	8803518
JF-814	721205	8803444	-0.35	0.8	721256	8803516
JF-815	721207	8803442	-0.8	1.7	721258	8803514
JF-816	721216	8803434	-0.65	1.4	721267	8803506
JF-817	721221	8803430	-0.7	1.5	721272	8803502
JF-818	721226	8803426	-0.55	1.2	721277	8803498
JF-819	721230	8803422	-0.55	1.2	721281	8803494
JF-820	721235	8803419	-0.6	1.3	721286	8803491
JF-821	721245	8803410	-0.6	1.3	721296	8803482
JF-822	721246	8803409	-0.65	1.4	721297	8803481
JF-823	721248	8803406	-0.65	1.4	721299	8803478
JF-824	721250	8803405	-0.65	1.4	721301	8803477
JF-830	720757	8802969	-3.75641	3.6	720808	8803041
JF-831	720777	8802952	-4.01856	3.3	720828	8803024
JF-832	720787	8802935	-3.50459	3.1	720838	8803007
JF-833	720789	8802933	-3.11308	2.5	720840	8803005
JF-834	720791	8802932	-2.84445	2.1	720842	8803004
JF-835	720793	8802930	-2.15294	0.9	720844	8803002
JF-836	720730	8802926	-1.0171	0.8	720781	8802998
JF-837	720732	8802925	-1.06309	0.6	720783	8802997
JF-838	720734	8802923	-1.82411	1.8	720785	8802995
JF-839	720736	8802922	-2.13879	2.3	720787	8802994
JF-840	720749	8802911	-2.81636	3.1	720800	8802983
JF-841	720756	8802904	-3.007	3.2	720807	8802976
JF-842	720762	8802899	-2.9048	2.9	720813	8802971
JF-843	720769	8802893	-2.73195	2.8	720820	8802965
JF-844	720776	8802887	-2.50814	2.8	720827	8802959
JF-845	720789	8802876	-1.7591	2.4	720840	8802948
JF-846	720791	8802874	-1.46759	2	720842	8802946
JF-847	720793	8802872	-1.07608	1.4	720844	8802944
JF-848	720795	8802870	-0.59432	0.7	720846	8802942
JF-849	720725	8802865	-0.56092	0.7	720776	8802937
JF-850	720727	8802863	-1.17611	1.85	720778	8802935
JF-851	720729	8802861	-1.44129	2.3	720780	8802933
JF-852	720731	8802859	-1.88147	3.1	720782	8802931
JF-854	720752	8802841	-2.20016	3.5	720803	8802913
JF-855	720763	8802831	-1.62236	3	720814	8802903
JF-856	720773	8802822	-0.35207	2.2	720824	8802894
JF-857	720775	8802821	-0.06799	2	720826	8802893
JF-858	720777	8802819	0.327433	1.7	720828	8802891
JF-859	720779	8802818	0.911503	0.9	720830	8802890

Tabela 5 - Listagem dos furos de sondagem (BHID) da Turfeira Santo Amaro das Brotas, com suas coordenadas originais (COORDX e COORDY) e corrigidas (XCOLLAR e YCOLLAR), assim como das cotas validadas (ZCOLLAR) (Elaboração: Daniella Macedo). (continuação)

BHID	XCOLLAR	YCOLLAR	ZCOLLAR	COTA	COORDX	COORDY
JF-860	720692	8802827	-0.3	0.7	720743	8802899
JF-861	720695	8802825	-0.9	1.9	720746	8802897
JF-862	720796	8802824	0.85911	2.2	720847	8802896
JF-863	720698	8802822	-1.15	2.4	720749	8802894
JF-864	720708	8802814	-1.25	2.6	720759	8802886
JF-865	720712	8802810	-1.15	2.4	720763	8802882
JF-866	720717	8802805	-1.05	2.2	720768	8802877
JF-867	720723	8802801	-0.62896	2.1	720774	8802873
JF-868	720727	8802797	-0.10577	1.9	720778	8802869
JF-869	720737	8802788	1.044669	1.6	720788	8802860
JF-870	720738	8802787	1.150007	1.6	720789	8802859
JF-871	720740	8802785	1.295221	1.7	720791	8802857
JF-872	720742	8802783	1.690434	1.3	720793	8802855
JF-873	720634	8802811	-0.275	0.65	720685	8802883
JF-874	720636	8802809	-0.8	1.7	720687	8802881
JF-875	720638	8802808	-0.95	2	720689	8802880
JF-876	720640	8802806	-1.05	2.2	720691	8802878
JF-877	720655	8802793	-1	2.1	720706	8802865
JF-878	720669	8802780	-0.77191	2.4	720720	8802852
JF-879	720685	8802767	0.255965	2.2	720736	8802839
JF-880	720699	8802754	1.357547	1.6	720750	8802826
JF-881	720701	8802752	1.612611	1.3	720752	8802824
JF-882	720703	8802750	2.067675	0.6	720754	8802822
JF-883	720705	8802748	2.322739	0.3	720756	8802820
JF-884	720569	8802802	-0.1	0.3	720620	8802874
JF-885	720571	8802800	-0.475	1.05	720622	8802872
JF-886	720572	8802799	-0.95	2	720623	8802871
JF-887	720574	8802797	-1.1	2.3	720625	8802869
JF-888	720582	8802790	-1	2.1	720633	8802862
JF-889	720587	8802786	-1.05	2.2	720638	8802858
JF-890	720592	8802781	-0.95	2	720643	8802853
JF-891	720597	8802777	-1	2.1	720648	8802849
JF-892	720602	8802773	-0.95	2	720653	8802845
JF-893	720611	8802765	-1.2	2.5	720662	8802837
JF-894	720613	8802763	-1.15	2.4	720664	8802835
JF-895	720614	8802762	-1.05	2.2	720665	8802834
JF-896	720617	8802760	-0.65	1.4	720668	8802832
JF-897	720539	8802761	-0.375	0.85	720590	8802833
JF-898	720540	8802760	-0.7	1.5	720591	8802832
JF-899	720542	8802759	-1.05	2.2	720593	8802831
JF-900	720544	8802757	-1.05	2.2	720595	8802829
JF-901	720554	8802749	-1	2.1	720605	8802821

Tabela 5 - Listagem dos furos de sondagem (BHID) da Turfeira Santo Amaro das Brotas, com suas coordenadas originais (COORDX e COORDY) e corrigidas (XCOLLAR e YCOLLAR), assim como das cotas validadas (ZCOLLAR) (Elaboração: Daniella Macedo). (continuação)

BHID	XCOLLAR	YCOLLAR	ZCOLLAR	COTA	COORDX	COORDY
JF-902	720564	8802741	-1	2.1	720615	8802813
JF-903	720573	8802732	-1.05	2.2	720624	8802804
JF-904	720582	8802724	-1.2	2.5	720633	8802796
JF-906	720587	8802720	-1.15	2.4	720638	8802792
JF-907	720589	8802718	-0.5	1.1	720640	8802790
JF-908	721329	8803470	-0.45	1	721380	8803542
JF-909	721330	8803469	-1	2.1	721381	8803541
JF-910	721332	8803467	-1	2.1	721383	8803539
JF-911	721334	8803465	-1	2.1	721385	8803537
JF-912	721337	8803463	-0.05	1.6	721388	8803535
JF-913	721339	8803461	-0.8	1.7	721392	8803531
JF-914	721341	8803459	-0.7	1.5	721392	8803531
JF-916	721345	8803455	-0.6	1.3	721396	8803527
JF-917	721348	8803453	-0.6	1.3	721399	8803525
JF-918	721350	8803451	-0.5	1.1	721401	8803523
JF-919	721352	8803449	-0.4	0.9	721403	8803521
JF-920	721354	8803448	-0.3	0.7	721405	8803520
JF-921	721207	8803507	-0.1	0.3	721258	8803579
JF-922	721208	8803509	-0.3	0.7	721259	8803581
JF-923	721210	8803511	-1.15	2.4	721261	8803583
JF-924	721212	8803513	-1.95	4	721263	8803585
JF-925	721219	8803521	-1.95	4	721270	8803593
JF-926	721226	8803529	-1.75	3.6	721277	8803601
JF-927	721233	8803536	-2.1	4.3	721284	8803608
JF-928	721240	8803545	-2.2	4.5	721291	8803617
JF-929	721242	8803547	-2.25	4.6	721293	8803619
JF-930	721243	8803548	-1.8	3.7	721294	8803620
JF-931	721245	8803550	-0.6	1.3	721296	8803622
JF-932	721182	8803555	-1.25	2.6	721233	8803627
JF-933	721184	8803557	-1.05	2.2	721235	8803629
JF-934	721187	8803560	-1.15	2.4	721238	8803632
JF-935	721188	8803562	-1.1	2.3	721239	8803634
JF-936	721192	8803567	-1.15	2.4	721243	8803639
JF-937	721195	8803570	-1.15	2.4	721246	8803642
JF-938	721199	8803572	-1.05	2.2	721250	8803644
JF-939	721201	8803575	-1.4	2.9	721252	8803647
JF-940	721206	8803577	-1.25	2.6	721257	8803649
JF-941	721208	8803583	-1.45	3	721259	8803655
JF-942	721210	8803585	-1	2.1	721261	8803657
JF-943	721210	8803586	-1.65	3.4	721261	8803658
JF-944	721211	8803588	-1.5	3.1	721262	8803660
JF-945	721151	8803596	-0.6	1.3	721202	8803668

Tabela 5 - Listagem dos furos de sondagem (BHID) da Turfeira Santo Amaro das Brotas, com suas coordenadas originais (COORDX e COORDY) e corrigidas (XCOLLAR e YCOLLAR), assim como das cotas validadas (ZCOLLAR) (Elaboração: Daniella Macedo). (continuação)

BHID	XCOLLAR	YCOLLAR	ZCOLLAR	COTA	COORDX	COORDY
JF-946	721153	8803598	-0.9	1.9	721204	8803670
JF-947	721155	8803600	-1.15	2.4	721206	8803672
JF-948	721156	8803602	-1.25	2.6	721207	8803674
JF-949	721161	8803607	-1.3	2.7	721212	8803679
JF-950	721166	8803613	-1.25	2.6	721127	8803685
JF-951	721170	8803618	-1.5	3.1	721221	8803690
JF-952	721176	8803624	-1.4	2.9	721227	8803696
JF-953	721177	8803626	-1.45	3	721228	8803698
JF-954	721179	8803628	-1.65	3.4	721230	8803700
JF-955	721181	8803630	-1.6	3.3	721232	8803702
JF-956	721070	8803198	-4.42756	1.5	721121	8803270
JF-957	721072	8803199	-4.78324	1.6	721123	8803271
JF-958	721073	8803201	-5.28585	2.1	721124	8803275
JF-960	721083	8803212	-6.3	2.7	721134	8803284
JF-961	721091	8803221	-6.25	2.6	721142	8803293
JF-962	721098	8803229	-6.25	2.6	721149	8803310
JF-963	721106	8803238	-6.25	2.6	721157	8803310
JF-964	721108	8803241	-6.4	2.9	721159	8803313
JF-965	721109	8803242	-6	2.1	721160	8803314
JF-966	721111	8803244	-6	2.1	721162	8803316
JF-967	721080	8803132	-3.50142	1.3	721131	8803204
JF-968	721082	8803134	-3.74992	1.3	721133	8803206
JF-969	721083	8803136	-4.29644	2.1	721134	8803208
JF-970	721085	8803138	-4.58187	2.2	721136	8803210
JF-971	721101	8803156	-6.15	2.4	721152	8803228
JF-972	721109	8803165	-6.15	2.4	721160	8803237
JF-973	721117	8803174	-6.2	2.5	721168	8803246
JF-974	721125	8803183	-6.25	2.6	721176	8803255
JF-975	721133	8803192	-6.25	2.6	721184	8803264
JF-976	721150	8803211	-6.45	3	721201	8803283
JF-977	721151	8803213	-6.4	2.9	721202	8803285
JF-978	721153	8803215	-6.15	2.4	721204	8803287
JF-979	721154	8803217	-5.9	1.9	721205	8803289
JF-980	721113	8803094	-3.84132	1.6	721164	8803166
JF-981	721114	8803095	-4.11782	1.9	721164	8803166
JF-982	721116	8803097	-4.37066	1.9	721167	8803169
JF-983	721118	8803099	-4.97345	2.6	721169	8803171
JF-984	721131	8803114	-6.2	2.5	721182	8803186
JF-985	721145	8803131	-6.25	2.6	721196	8803203
JF-986	721159	8803146	-6.25	2.6	721210	8803218
JF-987	721173	8803162	-6.25	2.6	721224	8803234
JF-988	721175	8803164	-6.15	2.4	721226	8803236

Tabela 5 - Listagem dos furos de sondagem (BHID) da Turfeira Santo Amaro das Brotas, com suas coordenadas originais (COORDX e COORDY) e corrigidas (XCOLLAR e YCOLLAR), assim como das cotas validadas (ZCOLLAR) (Elaboração: Daniella Macedo). (continuação)

BHID	XCOLLAR	YCOLLAR	ZCOLLAR	COTA	COORDX	COORDY
JF-989	721177	8803167	-5.9	1.9	721228	8803239
JF-990	721179	8803169	-5.85	1.8	721230	8803241
JF-991	721210	8803506	-1.25	2.6	721261	8803578
JF-992	721212	8803505	-1.25	2.6	721263	8803577
JF-993	721214	8803503	-1.25	2.6	721265	8803575
JF-994	721216	8803501	-1.35	2.8	721267	8803573
JF-995	721242	8803478	-1.45	3	721293	8803550
JF-996	721268	8803456	-1.3	2.7	721319	8803528
JF-997	721294	8803433	-1.35	2.8	721371	8803482
JF-998	721320	8803410	-1.5	3.1	721320	8803410
JF-999	721322	8803409	-1.35	2.8	721373	8803481

Tabela 6 - Listagem dos furos de sondagem (BHID) da Turfeira Vela do Navio (+Riacho do Mosquito), com suas coordenadas originais (COORDX e COORDY) e corrigidas (XCOLLAR e YCOLLAR), assim como das cotas validadas (ZCOLLAR) (Elaboração: Daniella Macedo).

BHID	XCOLLAR	YCOLLAR	ZCOLLAR	COTA	COORDX	COORDY
NT-200	716745	8798370	-2	1.5	716698	8798331
NT-201	716915	8798625	-5.1	3	716868	8798586
NT-202	717150	8798930	-5.15	3.4	717103	8798891
NT-204	717200	8799410	-0.25	2.01	717153	8799371
NT-205	717495	8799335	0.4	6.31	717448	8799296
NT-206	717475	8799355	-1.1	2.21	717428	8799316
NT-207	718665	8800215	-0.5	8	718618	8800176
NT-208	718800	8800380	-0.25	8	718753	8800341
NT-209	718710	8800650	-0.25	7	718663	8800611

A Figura 19 retrata o aspecto de perfis no *software* Strat3D, construído com base em três furos de sondagem (JF 360, JF 361 e JF 362), executados na Turfeira Santo Amaro das Brotas, onde visualiza-se a delimitação de seções verticais que possibilitam a correlação entre os estratos descritos de perfis originais (LITO) e interpretados (Stratum) de cada furo.

A partir da correlação entre os estratos foi construído um sólido tridimensional para cada unidade estratigráfica estabelecida. Para isso, foram considerados parâmetros litológicos e estratigráficos, bem como aspectos químicos para os intervalos que foram analisados, como poder calorífico e o teor de cinzas na amostra.

Para a construção dos modelos geológicos tridimensionais, o Strat3D utiliza dois interpoladores distintos – um para espessura e outro para superfícies – que geram superfícies de topo e base para cada camada correlacionada.

Para os depósitos de turfa em apreço, foi utilizado o método Inverso do Quadrado da Distância (IQD), com um raio de busca de 1000 metros para as turfeiras arroladas pelo trabalho. O fechamento dos sólidos foi realizado com base no método das áreas de influência de cada de cada furo, que se estende até a metade da distância que o separa dos furos circunvizinhos.

10.2. MODELAGEM GEOLÓGICA DOS DEPÓSITOS DE TURFA

A modelagem geológica dos depósitos de turfa gerou sólidos tridimensionais que refletem o comportamento, a forma e a extensão da área em que estão inseridos, conforme pode ser observado nas Figuras 20 e 21, relativos as turfeiras Santo Amaro das Brotas e Vela do Navio (+Riacho do Mosquito).

Tabela 7 - Estratigrafia sumarizada para os depósitos Santo Amaro das Brotas e Vela do Navio (+Riacho do Mosquito) (Elaboração: Daniella Macedo).

UNIDADE	DESCRIÇÃO
TURFA	Fibrosa, por vezes argilosa a arenosa, de coloração escura e bem decomposta.
ARGILA	Cinza a amarelada, com contribuição orgânica.
AREIA	Branca e de granulação fina.

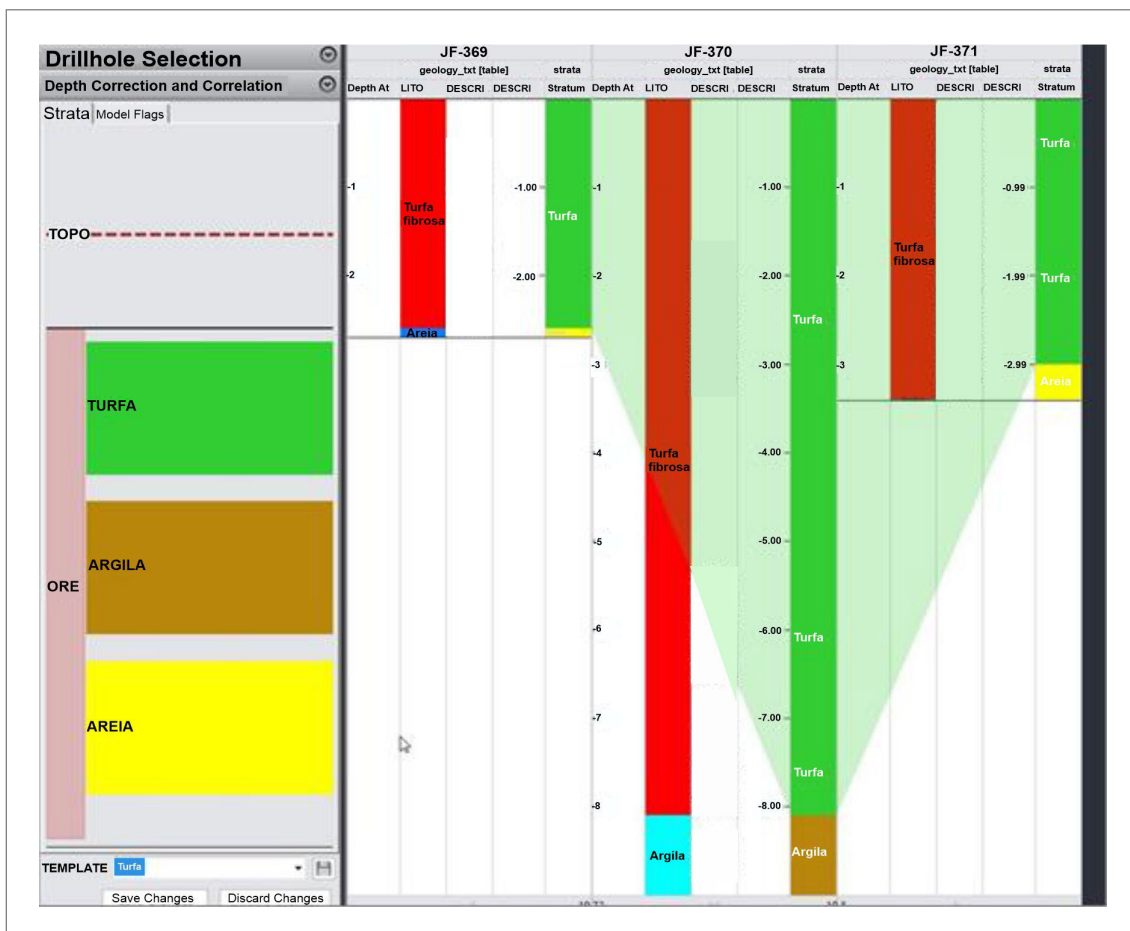


Figura 19 - Seção vertical gerada no *software* Strat3D, onde podem ser vistos os perfis originais dos furos de pesquisa (LITO) e interpretados (Stratum) e os estratos correlacionados (Elaboração: Daniella Macedo).

Os sólidos das camadas de turfa foram salvos em dois arquivos, para cada uma dessas turfeiras, denominados “Wire_ore_TurfaSE_SantoAmaro_CPRM” e “Wire_ore_TurfaSE_VelaNavio_CPRM”, com data de congelamento em 30/01/2019 e 28/03/2019, respectivamente.

Seções geológicas com direção NW-SE, transversais às ocorrências, foram geradas para os depósitos, duas para a Turfeira Santo Amaro das Brotas (S1 e S2) e duas para a Turfeira Vela do Navio (S3 e S4). A localização desses perfis no âmbito das turfeiras e as respectivas seções geológicas verticais com as camadas de turfa podem ser visualizadas nas Figuras 22 a 27.

A Turfeira Riacho do Mosquito não teve seções geológicas configuradas para o presente estudo.

Como fica evidenciado nas Figuras 23 e 24, alusivas, respectivamente, às seções S1 e S2 da Turfeira Santo Amaro das Brotas, 13 furos de sondagem (JF-716 a JF-728) foram utilizados para a seção geológica S1, enquanto para a segunda, 10 furos (JF-493 a JF-502). Vela do Navio, em função da escassez de dados, teve seus dois perfis, S3 e S4, construídos com base em apenas um (NT-200) e dois furos de sondagem (NT-205 e NT-206), respectivamente (Figuras 26 e 27).

Os dados relativos aos furos de sondagem utilizados para as seções geológicas constam nas Tabelas 8 a 11.

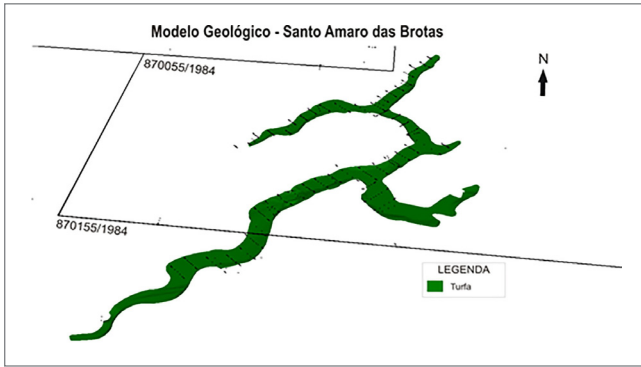


Figura 20 - Perspectiva do modelo geológico desenvolvido para a Turfeira Santo Amaro das Brotas (Elaboração: Daniella Macedo).

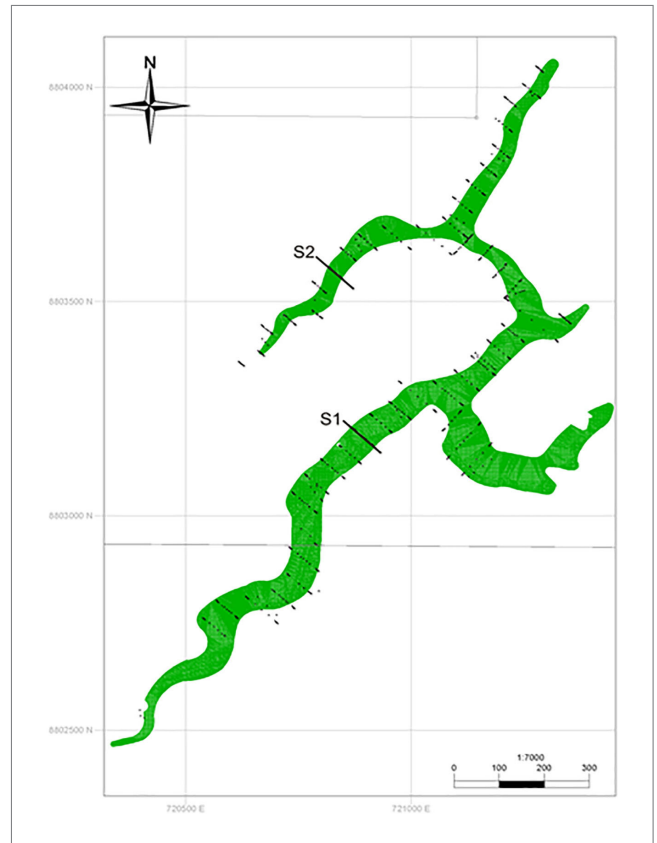


Figura 22 - Localização das seções geológicas verticais S1 e S2 na Turfeira Santo Amaro das Brotas. Traços pontilhados representativos da malha de sondagem. (Elaboração: Daniella Macedo).

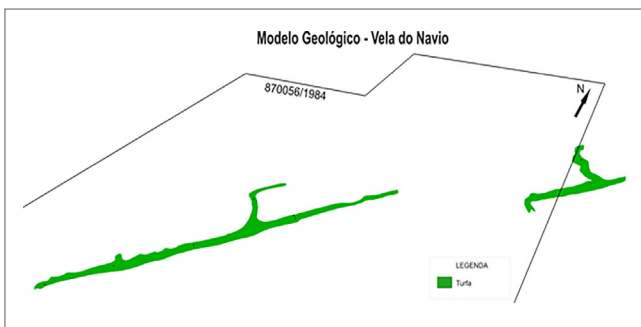


Figura 21 - Perspectiva do modelo geológico desenvolvido para as turfeiras Vela do Navio (esquerda) e Riacho do Mosquito (Elaboração: Daniella Macedo).

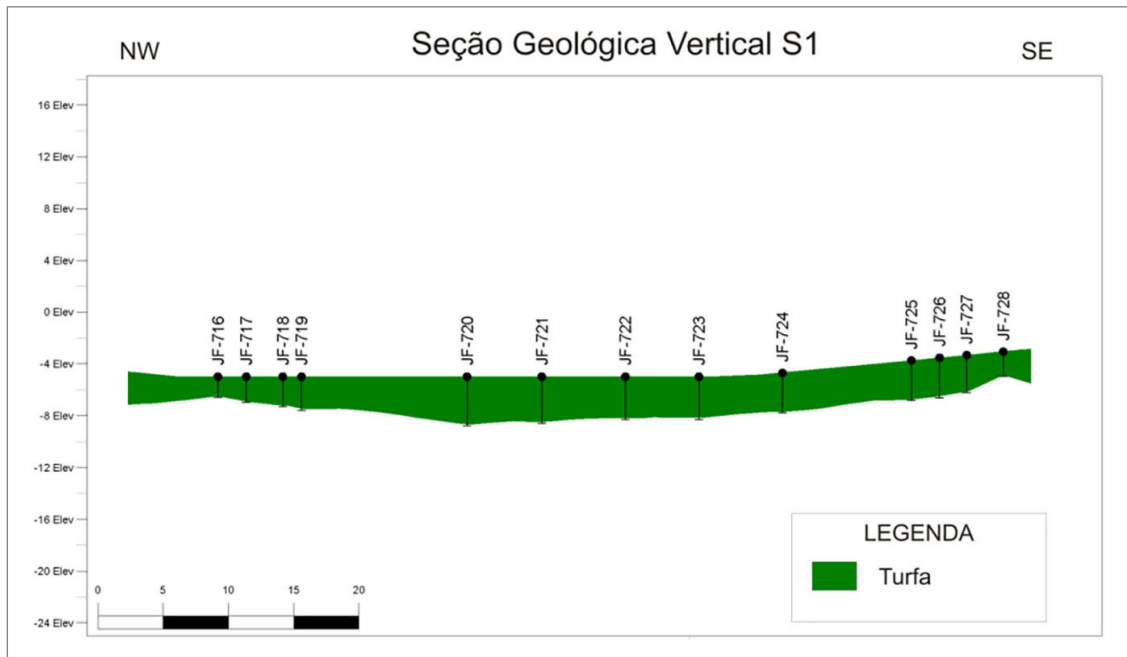


Figura 23 - Seção geológica vertical S1 com o comportamento da camada de turfa do depósito Santo Amaro das Brotas (Elaboração: Daniella Macedo).

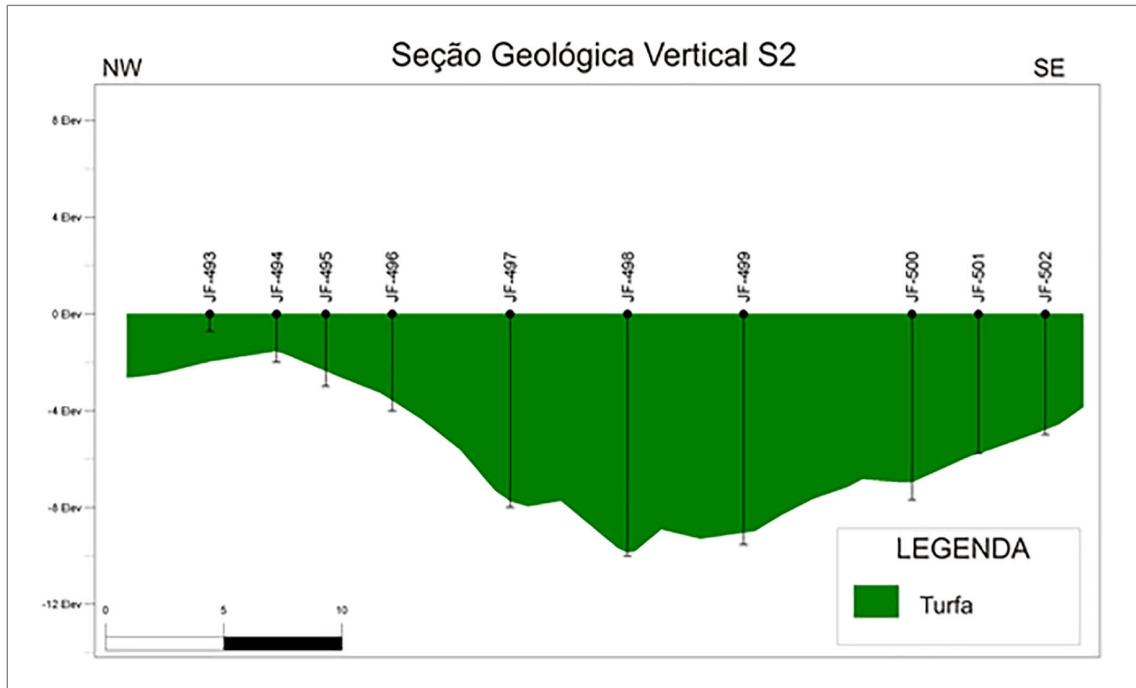


Figura 24 - Seção geológica vertical S2 com o comportamento da camada de turfa do depósito Santo Amaro das Brotas (Elaboração: Daniella Macedo).

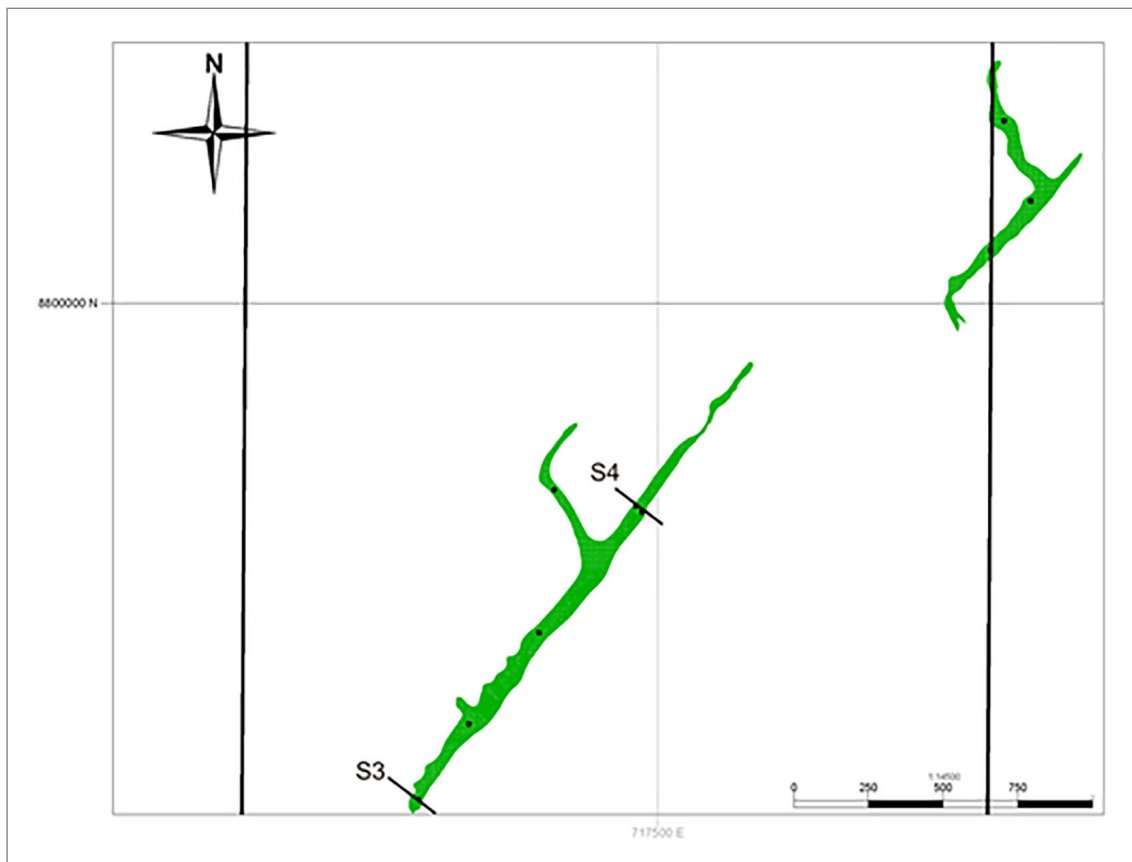


Figura 25 - Localização das seções geológicas verticais S3 e S4 na Turfeira Vela do Navio. Pontos negros correspondem aos locais com furos de sondagem (Elaboração: Daniella Macedo).

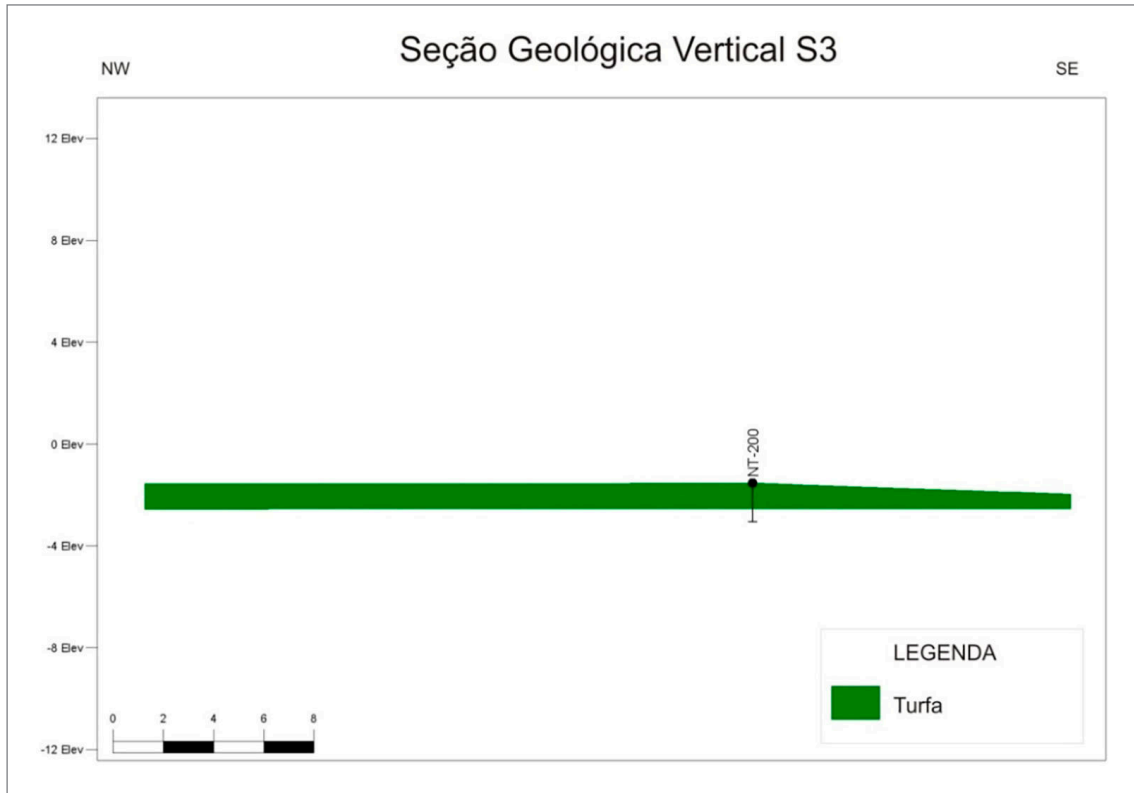


Figura 26 - Seção geológica vertical S3 com o comportamento estimado para a camada de turfa do depósito de Vela do Navio (Elaboração: Daniella Macedo).

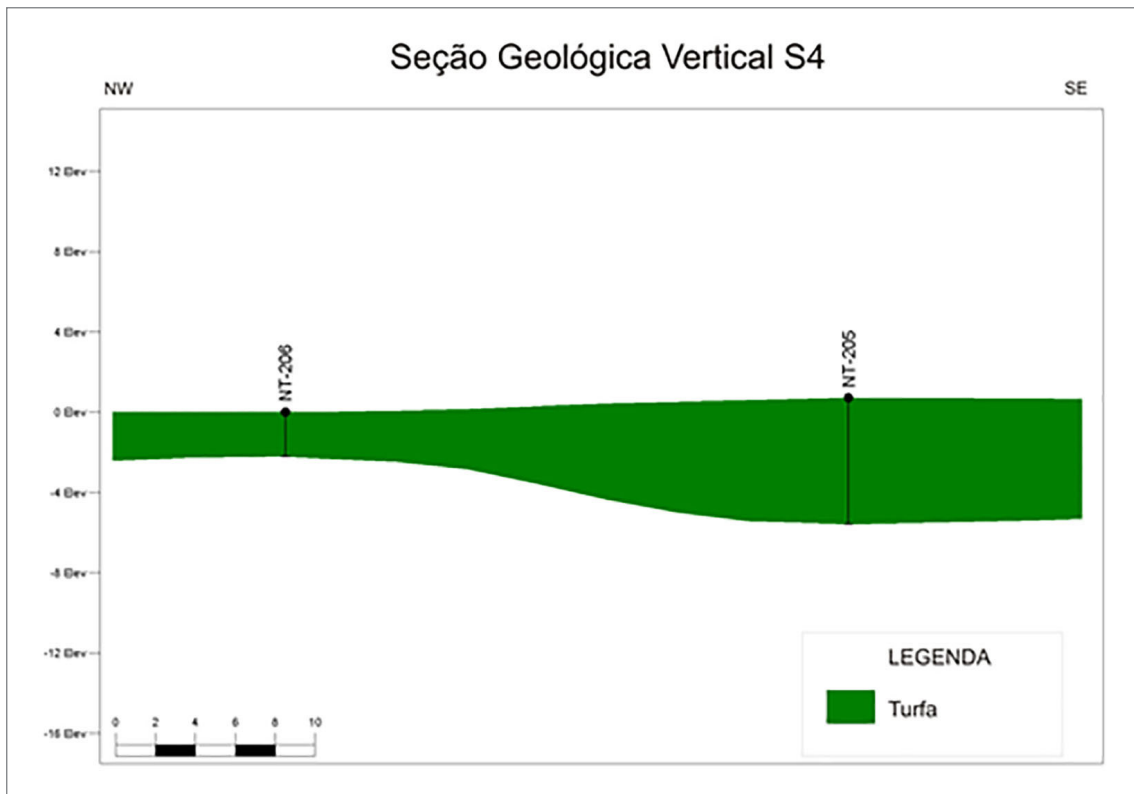


Figura 27 - Seção geológica vertical S4 com o comportamento estimado para a camada de turfa do depósito de Vela do Navio (Elaboração: Daniella Macedo).

Tabela 8 - Furos utilizados para modelagem – Perfil S1 (Elaboração: Daniella Macedo).

BHID	TIPO DE SONDAAGEM	LATITUDE	LONGITUDE	PROFUNDIDADE (m)	INTERVALOS (m)	
JF-716	P	8803202	720873	1.6	0 - 1.5	Turfa
					1.5 - 1.6	Areia
JF-717	P	8803201	720875	2	0 - 1.9	Turfa
					1.9 - 2	Areia
JF-718	T	8803199	720877	2.3	0 - 2.2	Turfa
					2.2 - 2.3	Areia
JF-719	T	8803198	720878	2.6	0 - 2.5	Turfa
					2.6 - 2.6	Areia
JF-720	T	8803189	720887	3.8	0 - 3.7	Turfa
					3.7 - 3.8	Areia
JF-721	T	8803186	720892	3.6	0 - 3.5	Turfa
					3.5 - 3.6	Areia
JF-722	T	8803182	720897	3.3	0 - 3.2	Turfa
					3.2 - 3.3	Areia
JF-723	T	8803178	720901	3.3	0 - 3.2	Turfa
					3.2 - 3.3	Areia
JF-724	T	8803174	720906	3.1	0 - 3	Turfa
					3 - 3.1	Areia
JF-725	T	8803167	720913	3.1	0 - 3	Turfa
					3 - 3.1	Areia
JF-726	P	8803166	720915	3.1	0 - 3	Turfa
					3 - 3.1	Areia
JF-727	P	8803164	720916	2.9	0 - 2.8	Turfa
					2.8 - 2.9	Areia
JF-728	T	8803162	720918	1.9	0 - 1.8	Turfa
					1.8 - 1.9	Areia

P: sondagem com amostrador de pistão; T: sondagem a trado tradicional (agrícola)

Tabela 9 - Furos utilizados para modelagem – Perfil S2 (Elaboração: Daniella Macedo).

BHID	TIPO DE SONDAAGEM	LATITUDE	LONGITUDE	PROFUNDIDADE (m)	INTERVALOS (m)	
JF-493	P	8803579	720820	0.73	0 - 0.37	Turfa castanha e fibrosa
					0.37 - 0.46	Areia
					0.46 - 0.73	Turfa argilo-arenosa.
JF-494	P	8803577	720822	2	0 - 1.21	Turfa castanha e fibrosa
					1.21 - 1.49	Turfa argilo-arenosa.
					1.49 - 2	Areia
JF-495	P	8803575	720823	3	0 - 2	Turfa castanha e fibrosa
					2 - 2.24	Turfa argilo-arenosa.
					2.24 - 3	Areia
JF-496	P	8803573	720825	4	0 - 3	Turfa castanha e fibrosa
					3 - 3.17	Turfa argilosa
					3.17 - 3.32	Turfa argilo-arenosa.
					3.32 - 4	Areia

Tabela 9 - Furos utilizados para modelagem – Perfil S2 (Elaboração: Daniella Macedo) (continuação).

BHID	TIPO DE SONDAGEM	LATITUDE	LONGITUDE	PROFUNDIDADE (m)	INTERVALOS (m)	
JF-497	P	8803570	720829	8	0 - 6.75	Turfa castanha e fibrosa
					6.75 - 7	Turfa argilosa
					7.0 - 8	Turfa areno-argilosa
JF-498	P	8803567	720833	10	0 - 8.56	Turfa castanha e fibrosa
					8.56 - 9.9	Turfa argilosa
					9.9 - 10	Turfa areno-argilosa
JF-499	P	8803563	720836	9.54	0 - 6.17	Turfa castanha e fibrosa
					6.17 - 7	Turfa argilosa
					7 - 7.61	Turfa castanha e fibrosa
					7.61 - 9.54	Turfa argilosa
JF-500	P	8803559	720842	7.7	0 - 6.5	Turfa castanha e fibrosa
					6.5 - 7	Turfa argilosa
					7 - 7.7	Areia
JF-501	P	8803557	720844	5.77	0 - 5.21	Turfa castanha e fibrosa
					5.21 - 5.77	Turfa argilo-arenosa.
JF-502	P	8803555	720846	5	0 - 4	Turfa castanha e fibrosa
					4 - 4.78	Turfa argilo-arenosa.
					4.78 - 5	Areia
JF-503	P	8803553	720849	3	0 - 2	Turfa castanha e fibrosa
					2 - 2.5	Turfa argilo-arenosa.
					2.5 - 3	Areia

P: sondagem com amostrador de pistão

Tabela 10 - Furo utilizado para modelagem – Perfil S3 (Elaboração: Daniella Macedo).

BHID	TIPO DE SONDAGEM	LATITUDE	LONGITUDE	PROFUNDIDADE (m)	INTERVALOS (m)	
NT-200	P	8798370	716745	1.5	0 - 1	Turfa castanho escura, bem decomposta, argilosa
					1 - 1.5	Argila cinza

Tabela 11 - Furos utilizados para modelagem – Perfil S4 (Elaboração: Daniella Macedo).

BHID	TIPO DE SONDAGEM	LATITUDE	LONGITUDE	PROFUNDIDADE (m)	INTERVALOS (m)	
NT-204	P	8799410	717200	2.01	0 - 2	Turfa castanho-escuro a preta, fibro-lenhosa, bem decomposta
					2 - 2.01	Areia esbranquiçada a castanha, argilosa
NT-205	P	8799335	717495	6.31	0 - 3.7	Turfa castanho-escuro a preta, fibro-lenhosa, decomposta, pouco argilosa
					3.7 - 6.3	Turfa castanha, fibro-lenhosa, decomposta, argilosa
					6.3 - 6.31	Areia castanho-escuro, com contribuição orgânica

11. ESTIMATIVA DE RECURSOS

A estimativa dos recursos se desenvolveu por meio do método do Inverso do Quadrado da Distância (IQD), considerando o mais adequado frente a fatores como a irregularidade da malha e o reduzidíssimo número de furos de sonda, como observado para as turfeiras Vela do Navio e Riacho do Mosquito. Desse modo, os dados puderam ser analisados estatisticamente, gerando modelos de blocos para os pacotes de turfa de cada depósito.

A partir dos modelos de blocos estimados, os recursos foram parametrizados de acordo com a espessura da camada de turfa, dos teores de cinzas e dos valores do poder calorífico. Vale novamente ressaltar que os dados relativos a Turfeira Riacho do Mosquito abrangem toda a sua extensão, não se restringindo ao segmento que ocorre dentro da área de pesquisa relativo ao processo 870.056/1980.

As análises estatísticas foram realizadas a partir de estudo desenvolvido no Datamine/Studio 3, versão 3.22.90.0, onde foram analisadas as amostras originais e compostas.

11.1. AMOSTRAS COMPOSTAS

A uniformização da malha de amostras é realizada por meio de um processo denominado “compositagem”, que iguala seus volumes, reduzindo os efeitos de variabilidade aleatória e de variações nas médias amostrais.

A compositagem foi obtida a partir da verificação da quantidade de amostras (intervalo estratigráfico com turfa) existentes nos corpos das turfeiras modeladas, sendo encontradas 818 amostras na Turfeira Santo Amaro das Brotas e 86 amostras na Turfeira Vela do Navio (+Riacho do Mosquito), conforme mostram as Tabelas 12 e 13 (*assay*). Em seguida, foram gerados histogramas de frequência (Figuras 28 e 29) dos comprimentos dos intervalos das amostras originais (*assay*), onde se observa que, para a Turfeira Santo Amaro das Brotas, a maioria das amostras possui comprimentos entre 0,1 m e 1,3 m, associadas a três faixas de valores da frequência, com pico da frequência (>300)

Tabela 12 - Comparação entre os tamanhos de amostras originais (*assay*) com aqueles das amostras compostas (processos), testados para a Turfeira Santo Amaro das Brotas (Elaboração: Daniella Macedo).

	COMPRIMENTO	MÉDIA CINZAS (%)	COMP. MÍNIMO (m)	COMP. MÉDIO (m)	COMP. MÁXIMO (m)	INTERVALO (m)	NÚMERO DE AMOSTRAS
Assay		13,13	0,01	1,50	8,40	8,39	818
Processo 1	1,5m	10,86	0,75	1,41	1,50	0,75	823
Processo 2	2m	11,69	1,00	1,82	2,00	1,00	632
Processo 3	1m	10,58	0,50	0,97	1,00	0,50	1235
Processo 4	1,75m	11,42	0,90	1,63	1,75	0,85	700

Tabela 13 - Comparação entre os tamanhos (comprimento) de amostras originais (*assay*) com aqueles das amostras compostas (processos), testados para a Turfeira Vela do Navio (+Riacho do Mosquito) (Elaboração: Daniella Macedo).

	COMPRIMENTO	MÉDIA CINZAS (m)	COMP. MÍNIMO (m)	COMP. MÉDIO (m)	COMP. MÁXIMO (m)	INTERVALO (m)	NÚMERO DE AMOSTRAS
Assay		16,23	0,01	0,48	2,20	2,19	86
Processo 1	0,25m	18,84	0,15	0,25	0,25	0,10	166
Processo 2	0,5m	18,71	0,30	0,50	0,50	0,20	83
Processo 3	0,75m	19,42	0,50	0,73	0,75	0,25	55
Processo 4	1m	20,23	0,50	0,98	1,00	0,50	41

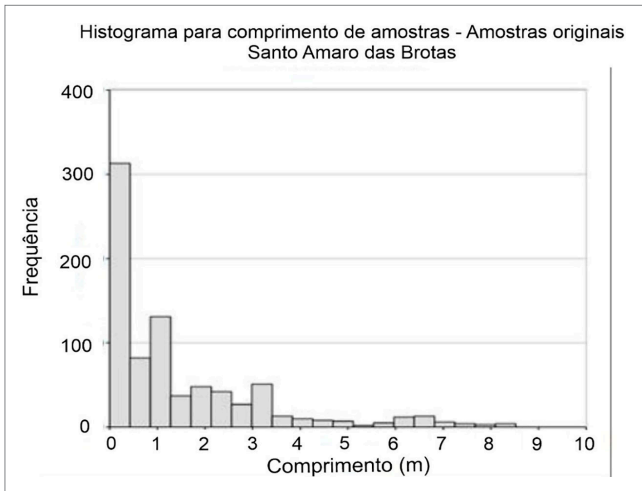


Figura 28 - Histograma de frequência com distribuição normal para os comprimentos dos intervalos das amostras originais inseridas nos corpos de turfa do depósito Santo Amaro das Brotas (Elaboração: Daniella Macedo).

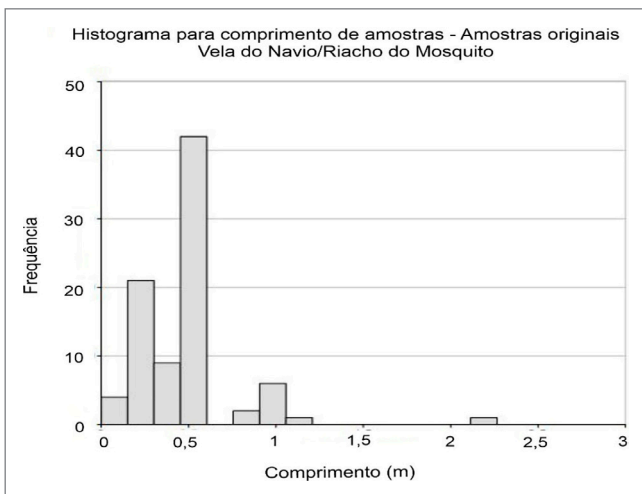


Figura 29 - Histograma de frequência com distribuição normal para os comprimentos dos intervalos das amostras originais inseridas nos corpos de turfa do depósito Vela do Navio (+Riacho do Mosquito) (Elaboração: Daniella Macedo).

abrangendo amostras com comprimento dos intervalos de até 0,4 m. Amostras com comprimento dos intervalos entre 1,3 m e 3,5 m configuraram cinco faixas entre as frequências 40 e 50. Em relação as turfeiras Vela do Navio e Riacho do Mosquito, foram registrados dois picos de frequência, com valores >20 e >40, correlacionados, respectivamente, a amostras com comprimentos entre 0,2m a 0,3m, e 0,4m a 0,6m. Amostras com comprimento em torno de 1 m configuraram uma concentração isolada relativamente destacável, embora com baixa frequência (~7). O que, presumivelmente, pode explicar os resultados discrepantes encontrados seria a marcante diferença da quantidade amostral disponível entre os conjuntos tratados estatisticamente relativos às duas turfeiras.

Quatro tamanhos (comprimento) possíveis de amostras compostas (processos) foram testados, conforme pode ser observado nas Tabelas 12 e 13.

Ao se comparar os tamanhos das diferentes amostras, pode-se selecionar o tamanho ideal para a população de dados analisados, tendo em vista a condição de menor intervalo de amostra, sem que o número de amostras do banco original fosse excedido. Desse modo, para a turfeira Santo Amaro das Brotas a regularização foi realizada considerando o valor 1,75 m como o ideal de amostra composta, enquanto para a turfeira Vela do Navio esse valor foi de 0,5 m.

11.2. TEORES

As análises dos parâmetros analíticos foram feitas a partir dos resultados estatísticos obtidos para as amostras originais e as compostas selecionadas. Tais informações são baseadas nos dados encontrados nos relatórios de pesquisa, cujas análises têm foco nos valores do poder calorífico e da porcentagem de cinzas das turfeiras estudadas. Estes parâmetros são utilizados na qualificação das turfas e suas possibilidades de aplicação. Nesse sentido, quanto menor o teor de cinzas e mais decompostas são as turfas, maior seu teor de carbono fixo e do poder calorífico, tornando as substâncias mais interessantes para fins energéticos.

De acordo com a *International Peat Society* (2006, *apud* UEDA 2018), turfas com 2/3 de fibras reconhecíveis tem aplicações basicamente para agricultura; com 1/3 a 2/3 de fibras reconhecíveis podem também ser utilizadas para fins energéticos, sendo aquelas com 1/3 de fibras reconhecíveis, com aspecto gelatinoso ou não, principalmente utilizadas como fonte de energia. De acordo com classificação de Von Post, as três categorias citadas corresponderiam as turfas definidas como H1 a H3, H4 a H7 e H8 a H10, respectivamente. Ainda, conforme GRUNPELT (1983, *apud* OSTAFIUC 1986), turfas com teores de cinza de até 50% podem ser consideradas energéticas, sendo, entretanto, teores de cinzas de até 4% o limite máximo que as habilita para a produção de coque ou carvão ativado (DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL, 1982).

11.2.1. Turfeira Santo Amaro das Brotas

Conforme pode ser observado na Tabela 14 (variável “média”), os resultados estatísticos das amostras originais (*assay*) indicam que o teor médio de cinzas para a turfeira Santo Amaro das Brotas é de 9,06, e o valor médio do poder calorífico de 4158,03 kcal/kg. No comparativo com as amostras compostas é possível observar nessa mesma tabela que há um pequeno aumento nos valores médios

Tabela 14 - Resultados estatísticos obtidos a partir de dados de amostras originais (*assay*) e compostas dos intervalos das camadas de turfa do depósito Santo Amaro das Brotas (Elaboração: Daniella Macedo).

SANTO AMARO DAS BROTAS		
AMOSTRAS ORIGINAIS (<i>assay</i>)		
VARIÁVEIS	CINZAS (%)	PODER CALORÍFICO (Kcal/Kg)
Total de Amostras	333.00	575.00
Mínimo	0.08	0.00
Máximo	92.20	8259.00
Média	9.06	4158.03
Variância	178.94	4355503.91
Desvio Padrão	13.38	2086.98
Coefficiente de Variação	1.48	0.50
Assimetria	2.70	-1.40
Curtose	8.27	0.18
5% Percentil	0.60	0.00
10% Percentil	1.20	0.00
Quantil 1	2.50	4314.00
Mediana	6.30	5203.00
Quantil 3	16.90	5444.00
90% Percentil	34.50	5574.00
95% Percentil	50.10	5621.00
AMOSTRAS COMPOSTAS		
VARIÁVEIS	CINZAS (%)	PODER CALORÍFICO (Kcal/Kg)
Total de Amostras	174.00	170.00
Mínimo	0.27	0.00
Máximo	53.15	5721.00
Média	11.00	4492.19
Variância	140.67	2510532.60
Desvio Padrão	11.86	1584.47
Coefficiente de Variação	1.08	0.35
Assimetria	1.70	-1.82
Curtose	2.39	2.19
5% Percentil	0.90	0.00
10% Percentil	1.17	2116.50
Quantil 1	2.96	4549.00
Mediana	6.65	5199.25
Quantil 3	15.07	5451.00
90% Percentil	29.50	5590.29
95% Percentil	38.22	5647.00

dos teores de cinzas (11%) e do poder calorífico (4492,19 kcal/kg), sendo essa diferença considerada aceitável para validação dos processos adotados.

O histograma para teor de cinzas das amostras compostas (Figura 30) demonstra uma ampla faixa de valores das cinzas, de 0,1% a 100%, concentrando, porém, a faixa de teor de 1,2% a 18% frequências que variam de 20 a 38. Os maiores picos da frequência, acima de 30, estão associados a teores de cinzas entre 1,2% e 3,2%. Esses números mostram a relativa homogeneidade das amostras e baixo conteúdo da fração mineral, com o teor de cinzas aumentando quase de forma gradual com o decréscimo da frequência a partir do seu valor mais elevado (~38).

Em relação ao poder calorífico, de acordo com o histograma da Figura 31, sua faixa de valores varia de 0 a 6.000 kcal/kg, com seus maiores valores, entre 4.800 kcal/kg e 6.000 kcal/kg, associados às frequências mais elevadas, entre 55 e 65. Valores do poder calorífico

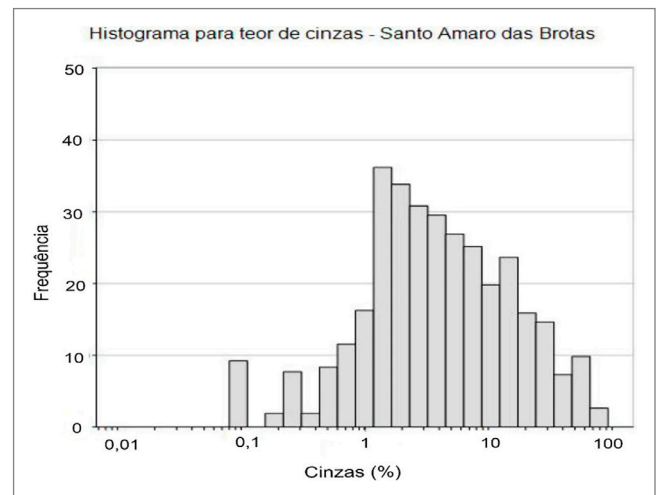


Figura 30 - Histograma de frequência com distribuição lognormal dos teores de cinzas configurado a partir das amostras compostas da Turfeira Santo Amaro das Brotas. (Elaboração: Daniella Macedo).

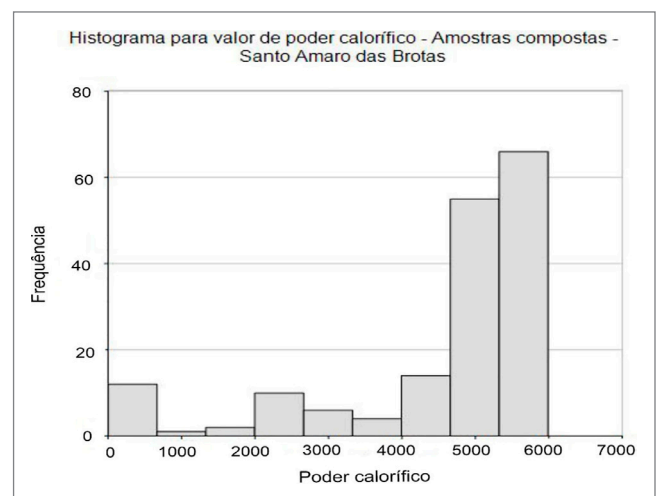


Figura 31 - Histograma de frequência com distribuição dos valores de poder calorífico (Kcal/kg) configurado a partir das amostras compostas da Turfeira Santo Amaro das Brotas (Elaboração: Daniella Macedo).

inferiores a 4.800 kcal/kg associam-se as mais baixas frequências (<18). Os valores apurados mostram estreita harmonia com os dados dos teores de cinzas.

11.2.2. Vela do Navio/Riacho dos Mosquito

A partir das análises estatísticas dos dados conjugados das turfeiras Vela do Navio e Riacho do Mosquito pode-se determinar um teor médio de cinzas de 16,23% (Tabela 15), sendo este o único parâmetro de relevância disponível para análise dos depósitos. Assim como na Turfeira Santo Amaro das Brotas, verifica-se um aumento do valor médio dos teores cinzas das amostras compostas em relação aquele obtido a partir das amostras originais, sendo essa diferença considerada aceitável e suficiente para validar os procedimentos adotados. A Figura 32, relativa ao histograma das amostras compostas para o teor de cinzas da Turfeira Vela do Navio (+Riacho do Mosquito), demonstra o teor de cinzas variando entre 0,7% e 65%, com a maior frequência (20) associada a faixa de teores entre 1,4% e 2,8%. Frequências acima de 10 são anotadas para duas faixas de teores, 2,8% - 5% e 20% - 38%, retratando heterogeneidade das amostras analisadas com relação ao percentual da fração mineral.

11.3. DENSIDADE

A densidade é um parâmetro determinado a partir de pontos espalhados do depósito para a definição de um valor médio que será aplicado em sua totalidade. Nesse estudo, a realização de ensaios de determinação das tonelagens levou em conta os valores obtidos durante os processos de pesquisa descritos no relatório do Projeto. Para o cálculo da tonelagem da Turfeira Santo Amaro das Brotas foi considerado o valor estimado da densidade em base seca (vide subitem 11.7). Para a turfeira Vela do Navio (+Riacho do Mosquito), que não possui análises sobre as densidades das amostras, foi adotado o valor médio obtido da Turfeira Santo Amaro das Brotas.

11.4. MODELOS DE BLOCOS

Os modelos de blocos foram gerados a partir do preenchimento dos sólidos tridimensionais gerados na modelagem geológica, de modo a viabilizar a realização dos cálculos dos recursos existentes nas turfeiras. Nesse estudo, não foi possível seguir a indicação que recomenda, para malhas regulares, blocos com dimensões acima de um quarto (1/4) da malha de sondagem, tendo em vista as formas irregulares das turfeiras. Desse modo, os blocos foram dimensionados segundo os tamanhos 03x03x01m para os eixos X, Y e Z na Turfeira

Tabela 15 - Resultados estatísticos obtidos a partir de dados de amostras originais (*assay*) e compostas dos intervalos das camadas de turfa do depósito de Vela do Navio/Riacho dos Mosquitos (Elaboração: Daniella Macedo).

VELA DO NAVIO (+RIACHO DO MOSQUITO)	
AMOSTRAS ORIGINAIS	
VARIÁVEIS	CINZAS (%)
Total de Amostras	69.00
Mínimo	0.70
Máximo	72.40
Média	16.23
Variância	422.26
Desvio Padrão	20.55
Coeficiente de Variação	1.27
Assimetria	1.53
Curtose	1.29
5% Percentil	1.10
10% Percentil	1.40
Quantil 1	2.00
Mediana	4.80
Quantil 3	25.70
90% Percentil	48.20
95% Percentil	71.00
AMOSTRAS COMPOSTAS	
VARIÁVEIS	CINZAS (%)
Total de Amostras	57.00
Mínimo	0.70
Máximo	72.40
Média	18.65
Variância	479.52
Desvio Padrão	21.90
Coeficiente de Variação	1.17
Assimetria	1.24
Curtose	0.34
5% Percentil	1.20
10% Percentil	1.40
Quantil 1	2.10
Mediana	5.80
Quantil 3	26.30
90% Percentil	52.10

Santo Amaro das Brotas, e 05x05x01m na Turfeira Vela do Navio (+Riacho do Mosquito) (Tabela 16). Os modelos foram gerados no *software* Strat3D.

Para a Turfeira Santo Amaro das Brotas foram adotadas as dimensões 03x03x01m, com fator de sub-blocagem

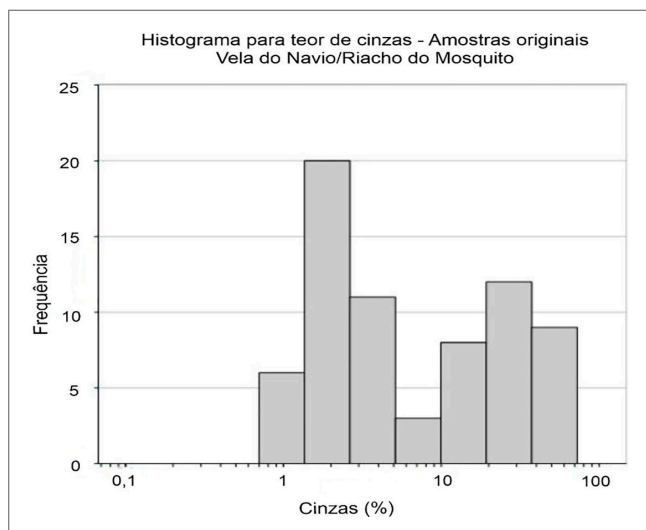


Figura 32 - Histograma de frequência com distribuição lognormal para o teor de cinzas da Turfeira Vela do Navio (+Riacho do Mosquito) (Elaboração: Daniella Macedo).

de uma vez, enquanto para a Turfeira Vela do Navio (+Riacho do Mosquito), que tem uma quantidade de furos muito inferior, tamanhos de 05x05x01m.

As perspectivas dos modelos de blocos configuradas podem ser visualizadas nas Figuras 33 e 34.

Outro método de validação é realizado quando os modelos de blocos estão construídos. Consiste na comparação entre os volumes dos sólidos tridimensionais gerados na modelagem (modelo geológico) e os modelos de blocos, de modo a verificar a aderência entre os mesmos (Tabela 17). A diferença entre eles, via de regra, não deve ser maior que 5%. Entretanto, pode-se observar que para a Turfeira Vela do Navio (+Riacho do Mosquito) essa diferença foi de 16,27%, que pode ser justificado pela diminuta quantidade de furos disponíveis para tratamento estatístico. Vale ressaltar ainda que em algumas regiões não houve o preenchimento da área com blocos, tendo em vista as dimensões adotadas na construção do modelo.

As Figuras 35 a 38 mostram as seções geológicas verticais das turfeiras (S1 a S4), exibindo os modelos de blocos gerados.

11.5. METODOLOGIA DE ESTIMATIVA E CLASSIFICAÇÃO DE RECURSOS

Os dados utilizados na construção do modelo geológico tridimensional, no modelo de blocos e nos cálculos e estimativas de recursos, possuem uma série de fatores capazes de comprometer seu grau de confiabilidade, como: (i) ausência de informações; (ii) irregularidade das malhas de sondagem; (iii) baixa quantidade de furos; (iv) pouco número de análises realizadas; e (v) tecnologias disponíveis na época que o projeto foi executado.

Desse modo, considerando esses aspectos, os recursos avaliados são classificados como inferidos, tendo em vista as dificuldades encontradas para seguir as prerrogativas estabelecidas pelo Código JORC (JORC, 2012) para classificação como recursos medidos, indicados ou inferidos. O método usado para os cálculos de estimativas foi o Inverso do Quadrado da Distância (IQD) em ambas as turfeiras. Os parâmetros adotados para os elipsoides de busca encontram-se na Tabela 18.

Os arquivos finais dos modelos de blocos devidamente estimados foram nomeados como “Estima_Ore_TurfaSE_SantoAmaro_CPRM”, com congelamento em 31/01/2019 e “Estima_Ore_TurfaSE_VeladoNavio_CPRM”, com congelamento em 08/02/2019.

11.6. PARAMETRIZAÇÃO DOS RECURSOS GEOLÓGICOS

Após a estimativa dos recursos, os dados obtidos da Turfeira Santo Amaro das Brotas foram parametrizados de acordo com as espessuras das camadas de turfa, teores de cinzas e poder calorífico, enquanto para a turfeira Vela do Navio (+Riacho do Mosquito) apenas com base nas espessuras das camadas de turfa e teores de cinzas.

Tabela 16 - Parâmetros adotados na geração dos modelos de blocos para as Turfeiras Santo Amaro das Brotas e Vela do Navio (+Riacho do Mosquito) (Elaboração: Daniella Macedo).

TURFEIRA	EIXO	DIMENSÃO DO BLOCO (m)	DIMENSÃO DE SUB-BLOCOS (m)	ORIGEM UTM	Nº DE BLOCOS	ROTAÇÃO
Santo Amaro das Brotas	X	3	1,5	719.800	974	0
	Y	3	1,5	8.802.400	788	0
	Z	1	0,5	-25	50	0
Vela do Navio (+Riacho do Mosquito)	X	5	2,5	716.435	540	0
	Y	5	2,5	8.798.100	592	0
	Z	1	0,01	-20	40	0

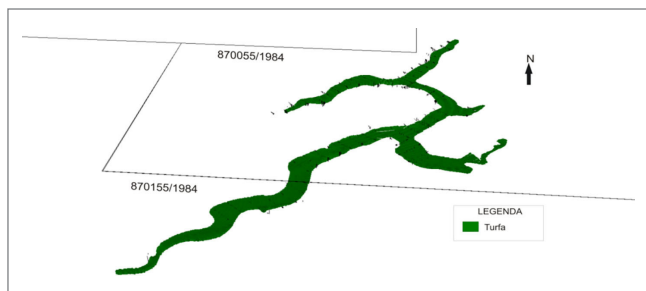


Figura 33 - Perspectiva dos modelos de blocos das camadas de turfa modeladas da Turfeira Santo Amaro das Brotas (Elaboração: Daniella Macedo).



Figura 34 - Perspectiva dos modelos de blocos das camadas de turfa modeladas das turfeiras Vela do Navio (esquerda) e Riacho do Mosquito (Elaboração: Daniella Macedo).

11.6.1. Parametrização por Espessura da Camada

A parametrização por espessura foi realizada para as turfeiras Santo Amaro das Brotas e Vela do Navio (+Riacho do Mosquito) a partir dos intervalos de profundidade de cada furo, para os quais foram determinados os cálculos de recursos e de teores de cinzas e poder calorífico, conforme pode ser observado nas Tabelas 19 e 20.

O gráfico da Figura 39 mostra os recursos contidos (tonelagem) em relação às espessuras médias das camadas de turfa e ao teor médio de cinzas da Turfeira Santo Amaro das Brotas, enquanto a Figura 40, a planta do depósito com as faixas de espessuras definidas para as camadas de turfa.

No gráfico da Figura 41 pode ser observado os recursos contidos (tonelagem) em relação às espessuras médias das camadas de turfa e aos teores médios de cinzas da Turfeira Vela do Navio (+Riacho do Mosquito), enquanto a Figura 42 mostra a planta com limites dos dois depósitos com zoneamento pautado por faixas de espessuras definidas para as camadas de turfa.

11.6.2. Parametrização por Teor de Cinzas

A parametrização dos recursos pelo teor de cinzas realizada para as turfeiras Santo Amaro das Brotas e Vela do Navio (+Riacho do Mosquito) considera a análise e o tratamento estatístico pautado por intervalos dos teores de cinza, cujos dados obtidos, apresentados por

Tabela 17- Comparação entre os volumes para análise da aderência do modelo de blocos ao modelo geológico (Elaboração: Daniella Macedo).

COMPARAÇÃO VOLUMÉTRICA: MODELOS DE BLOCOS X MODELO GEOLÓGICO			
Santo Amaro das Brotas	505 425	519 311	2.67%
Vela do Navio (+Riacho do Mosquito)	282 727	337 647	16.27%

faixas de valores, podem ser observados nas Tabelas 21 e 22. As Figuras 43 e 44 mostram, respectivamente, mapas com limites das turfeiras Santo Amaro das Brotas e Vela do Navio (+Riacho do Mosquito) com zoneamento definido por faixas de valores do teor de cinzas.

11.6.3. Parametrização pelo Poder Calorífico

As análises do poder calorífico foram feitas a partir do teor médio de cinzas, através de uma reta regressão, segundo consta no relatório de pesquisa da Turfeira Santo Amaro das Brotas (COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS, 1985a, b). Não foram encontrados dados sobre o poder calorífico para as turfeiras Vela do Navio e Riacho do Mosquito, sendo realizada, desse modo, a parametrização por meio dessa propriedade apenas para o depósito Santo Amaro das Brotas, cujos dados obtidos, apresentados por faixas de valores do poder calorífico, constam na Tabela 23.

O gráfico da figura 45 mostra os recursos contidos (tonelagem) em relação as espessuras médias das camadas de turfa e às faixas de valores do poder calorífico, enquanto a Figura 46 mostra a planta com limites do depósito Santo Amaro das Brotas com zoneamento pautado por faixas de valores definidas para o poder calorífico.

11.7. QUADRO DE RECURSOS

A partir da construção dos modelos das turfeiras foi obtido o valor dos recursos dos depósitos, bem como os valores médios estimados para o teor de cinzas e do poder calorífico, os quais são apresentados por área de processo, conforme pode ser observado na Tabela 24. Nesta tabela, se ressalta o valor médio bem mais elevado do teor de cinzas da Turfeira Santo Amaro das Brotas obtido para sua área de ocorrência no processo 870055/1984, quando comparado ao valor anotado na poligonal do processo 870155/1984, que ainda apresenta o valor médio do poder calorífico menor, em função, naturalmente, do teor de cinzas mais elevado. A área do processo 870055/1984, onde foi desenvolvida lavra experimental pelo SGB-CPRM na década de 1980, entretanto, se destaca por apresentar um volume de recursos cinco vezes maior, conforme pode ser constatado na Tabela 24.

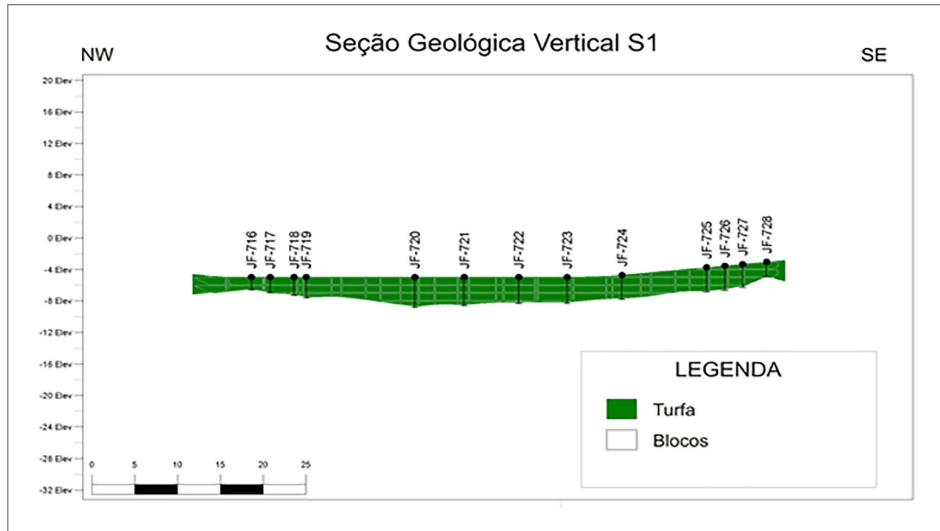


Figura 35 - Seção geológica vertical S1 da Turfeira Santo Amaro das Brotas exibindo o modelo de blocos (Elaboração: Daniella Macedo).

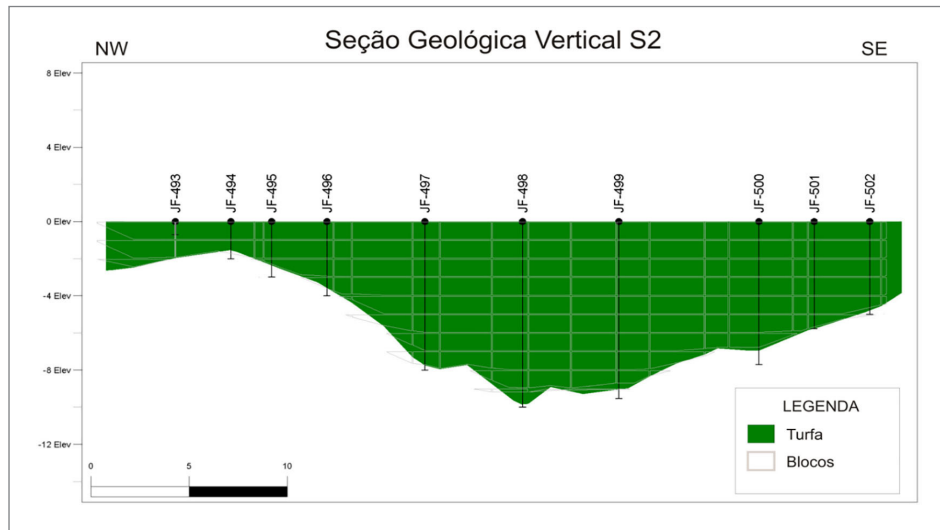


Figura 36- Seção geológica vertical S2 da Turfeira Santo Amaro das Brotas exibindo o modelo de blocos (Elaboração: Daniella Macedo).

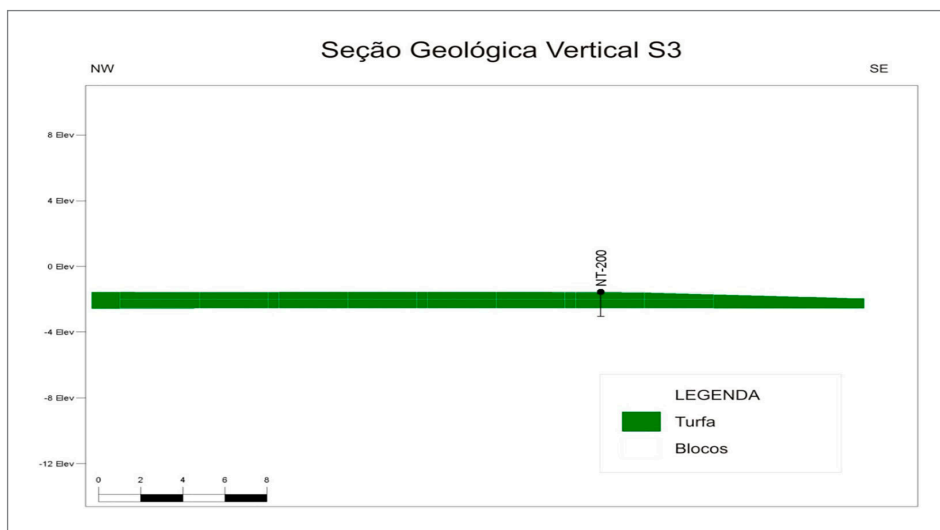


Figura 37 - Seção geológica vertical S3 da Turfeira Vela do Navio exibindo o modelo de blocos (Elaboração: Daniella Macedo).

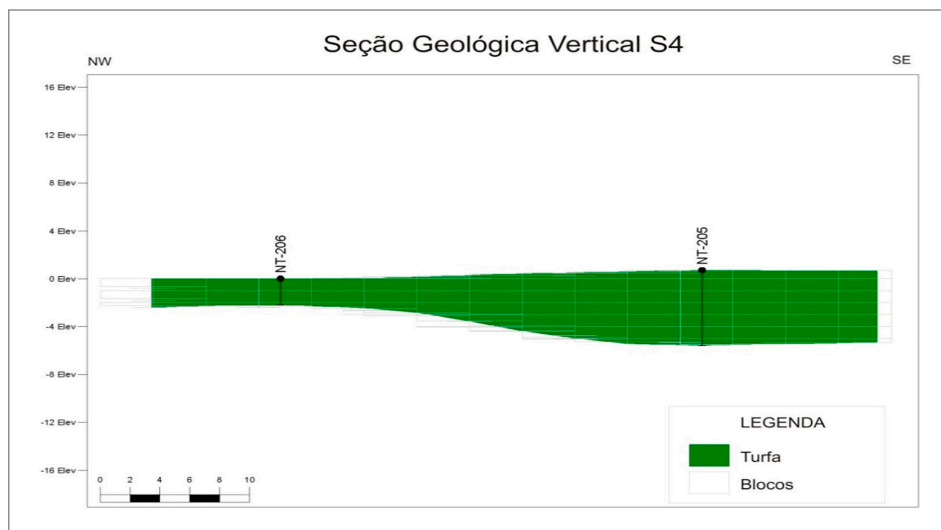


Figura 38 - Seção geológica vertical S4 da Turfeira Vela do Navio exibindo o modelo de blocos (Elaboração: Daniella Macedo).

Tabela 18 - Parâmetros para definição das dimensões dos elipsoides de busca (Elaboração: Daniella Macedo).

BLOCO	CRITÉRIOS	TIPO DE ELIPSOIDES		
		1	2	3
Santo Amaro das Brotas	Mínimo de amostras por bloco	1	1	1
	Máximo de amostras por bloco	20	20	20
	Número mínimo de furos	1	1	1
	Dimensões maior, média e menor do elipsoide de busca (m)	10x10x1	50x50x5	500x500x50
Vela do Navio/Riacho do Mosquito	Mínimo de amostras por bloco	1	1	1
	Máximo de amostras por bloco	20	20	20
	Número mínimo de furos	1	1	1
	Dimensões maior, média e menor do elipsoide de busca (m)	300x300x10	500x500x20	1000x1000x50

Tabela 19 - Parametrização dos recursos por espessura das camadas de turfa da Turfeira Santo Amaro das Brotas (Elaboração: Daniella Macedo).

PARAMETRIZAÇÃO DE RECURSOS – ESPESSURA – SANTO AMARO DAS BROTAS						
ESPESSURA DA CAMADA (m)	ESPESSURA MÉDIA (m)	PODER CALORÍFICO (Kcal/Kg)	VOLUME TOTAL DE TURFA (m³)	DENSIDADE MÉDIA - BASE SECA	TONELAGEM DE TURFA	CINZAS (%)
0 a 1	0,928	4568,755	706,6	0,073	51,5818	10,221
1 a 2	1,744	4986,1	76822,1	0,073	5608,0133	7,192
2 a 3	2,481	4840,159	150329,8	0,073	10974,0754	8,072
3 a 4	3,477	4741,696	89254	0,073	6515,542	9,345
4 a 5	4,505	4655,677	77785,9	0,073	5678,3707	10,571
5 a 6	5,437	4481,343	72815,5	0,072	5242,716	11,062
6 a 7	6,406	4613,778	30151,1	0,071	2140,7281	10
7 a 8	7,354	4581,875	6941,3	0,072	499,7736	10,839
> 8	8,477	3972,53	685,7	0,073	50,0561	17,49
TOTAL	3,589113493	4746,271545	505492,00	0,072722925	36760,857	9,147064505

Tabela 20 - Parametrização dos recursos por espessura das camadas de turfa da Turfeira Vela do Navio (+Riacho do Mosquito) (Elaboração: Daniella Macedo).

PARAMETRIZAÇÃO DE RECURSOS – ESPESSURA - VELA DO NAVIO(+RIACHO DO MOSQUITO)						
ESPESSURA DA CAMADA (m)	ESPESSURA MÉDIA (m)	CINZAS (%)	VOLUME TOTAL DE TURFA (m³)	DENSIDADE MÉDIA - BASE SECA	TONELAGEM DE TURFA	UMIDADE (%)
0 a 2	1,665	42,485	69928,1	0,72	50348,23	73,507
2 a 4	3,256	13,481	132915,4	0,72	95699,09	84,692
4 a 6	4,625	15,265	27300,1	0,72	19656,07	85,717
> 6	6,83	16,692	52583	0,72	37859,76	87,622
TOTAL	3,659392789	21,42415782	282726,6	0,72	203563,15	82,56947242

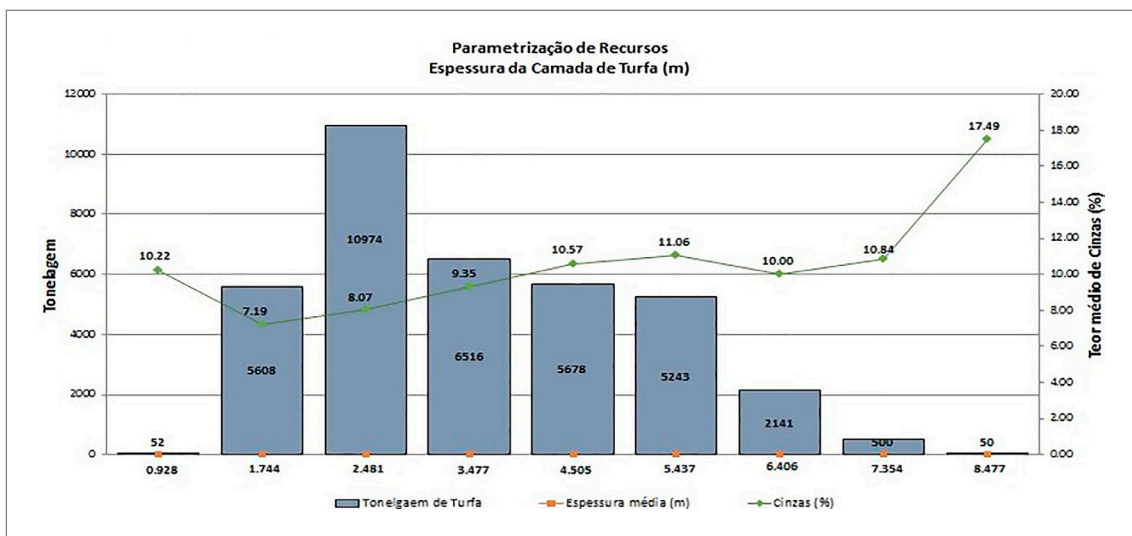


Figura 39 - Gráfico com a distribuição dos recursos obtidos (tonelagem) baseado na relação com as espessuras médias das camadas de turfa e com os teores médios de cinzas da turfeira Santo Amaro das Brotas. Elaboração: Daniella Macedo.

Considerando os dados globalmente, os recursos somados para todos os depósitos totalizam 56.828 toneladas de turfa, com valores médios do teor de cinzas de 13,55% e do poder calorífico de 3.043,68 kcal/kg.

Comparados aos valores divulgados pelo Relatório Final de Pesquisa aprovado em 2010, que mostram reservas totais (medida, indicada e inferida) da ordem de 79.505 toneladas, os dados obtidos pela modelagem geológica representam em torno de 71% do volume histórico. Em relação ao teor médio de cinzas e do poder calorífico médio obtido pela modelagem para o depósito de Santo Amaro das Brotas, respectivamente de 9,06% e 4.158,03 kcal/kg (Tabela 14), eles também são bastante distintos daqueles apurados pelas pesquisas da CPRM para este mesmo depósito e publicados no Relatório Final de Pesquisas de 1985, que indicam teores médios de cinzas de 2,28% e do poder calorífico de 5.550 kcal/kg.

Em relação a poligonal 879.056/84, que encerra as turfeiras de Vela do Navio e Riacho do Mosquito, ao contrário do depósito de Santo Amaro das Brotas,

os dados da modelagem apontam um acréscimo das reservas de turfa, em torno de 58%, com recursos estimados em 20.356 toneladas.

Essas diferenças discrepantes podem ser atribuídas às ferramentas disponíveis atualmente para realização de tais análises e medidas, tendo em vista que os *softwares* existentes permitem a realização de uma estimativa mais precisa e confiável.

11.8. VALIDAÇÃO DAS ESTIMATIVAS

As estimativas realizadas foram validadas com base no comparativo entre os valores dos teores médios de cinzas das amostras compostas e aquele obtido dos modelos de blocos gerados a partir da modelagem tridimensional, para os depósitos Santo Amaro das Brotas e Vela do Navio (+Riacho do Mosquito). Como pode ser observado no gráfico da Figura 47, os valores são coerentes, sendo a diferença considerada aceitável, validando os processos realizados.

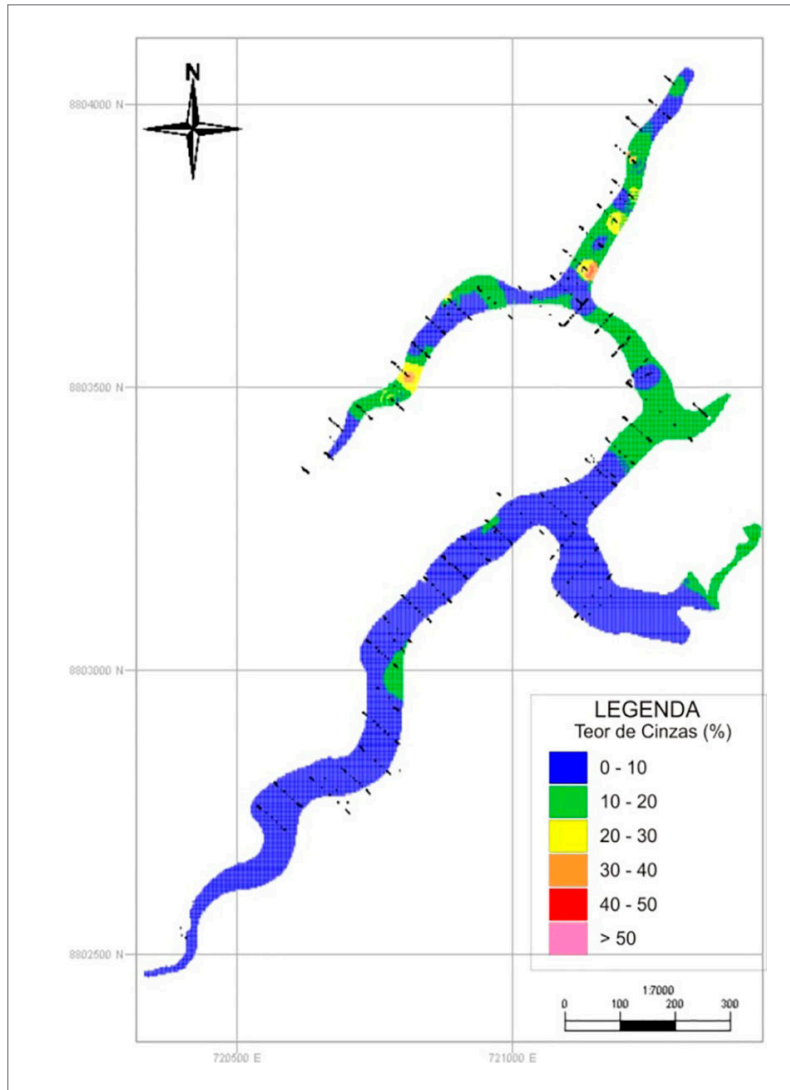


Figura 40 – Mapa com os limites da Turfeira Santo Amaro das Brotas apresentando zoneamento pautado por faixas de espessuras das camadas de turfa (Elaboração: Daniella Macedo).

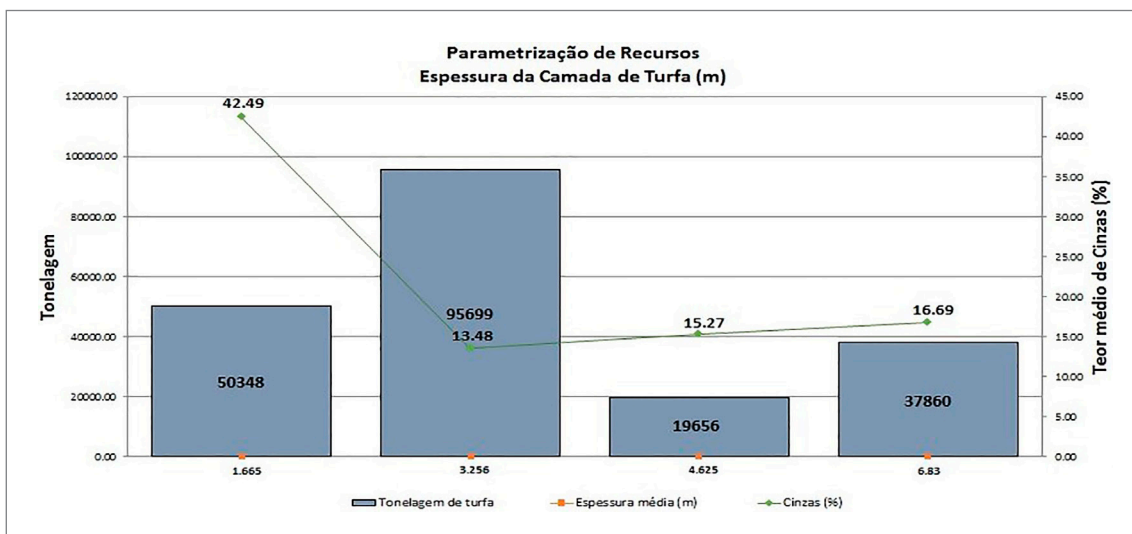


Figura 41 - Gráfico com a distribuição dos recursos obtidos (tonelagem) baseado na relação com as espessuras médias das camadas de turfa e com os teores médios de cinzas da Turfeira Vela do Navio(+Riacho do Navio) (Elaboração: Daniella Macedo).

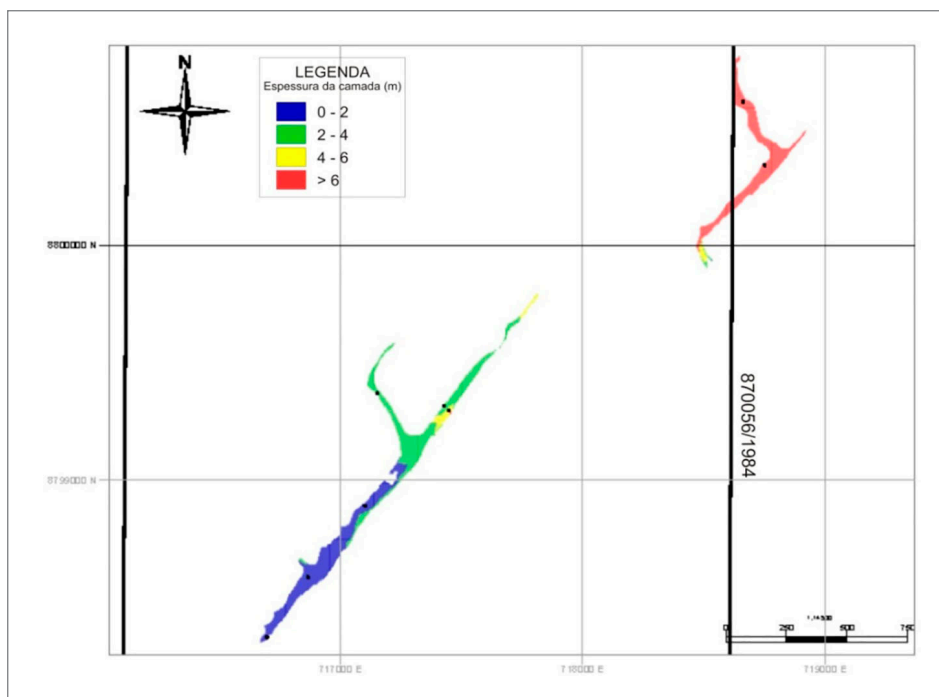


Figura 42 - Mapa com os limites das turfeiras Vela do Navio (esquerda) e Riacho do Mosquito apresentando zoneamento pautado por faixas de espessuras das camadas de turfa (Elaboração: Daniella Macedo).

Tabela 21 - Parametrização dos recursos por faixas de valores do teor e cinzas da Turfeira Santo Amaro das Brotas (Elaboração: Daniella Macedo).

PARAMETRIZAÇÃO DE RECURSOS – CINZAS – SANTO AMARO DAS BROTAS						
CINZAS (%)	TEOR MÉDIO (%)	ESPESSURA DA CAMADA (m)	VOLUME TOTAL DE TURFA (m³)	DENSIDADE MÉDIA - BASE SECA	TONELAGEM DE TURFA	PODER CALORÍFICO (Kcal/Kg)
0 a 10	6,07	3,437	340489,2	0,073	24855,7116	5096,29
10 a 20	12,958	3,704	139975,5	0,073	10218,2115	4249,265
20 a 30	23,889	4,94	16375,6	0,073	1195,4188	3151,877
30 a 40	35,249	5,058	5192,6	0,072	373,8672	2387,887
40 a 50	47,257	5,269	2451,8	0,072	176,5296	1147,585
> 50	52,706	5,293	1007,4	0,073	73,5402	2333,691
TOTAL	9,147053685	3,58886117	505492,1	0,072984877	36893,2789	4746,271062

Fonte: Daniella Macedo, 2019.

Tabela 22 - Parametrização dos recursos por faixas de valores do teor de cinzas da Turfeira Velado Navio(+Riacho do Mosquito) (Elaboração: Daniella Macedo).

PARAMETRIZAÇÃO DE RECURSOS – CINZAS – VELA DO NAVIO(+RIACHO DO MOSQUITO)							
CHAVE	CINZAS (%)	TEOR MÉDIO (%)	ESPESSURA DA CAMADA (m)	VOLUME TOTAL DE TURFA (m³)	DENSIDADE MÉDIA - BASE SECA	TONELAGEM DE TURFA	UMIDADE (%)
1	0 a 20	13,259	3,893	207016,6	0,07	14905,1952	85,437
2	20 a 40	23,662	4,829	32145,3	0,07	2314,4616	84,506
3	40 a 60	54,188	1,735	23240,6	0,07	1673,3232	69,025
4	> 60	63,591	1,636	20324,1	0,07	1463,3352	65,784
	TOTAL	21,42439609	3,659782794	282726,6	0,072	20356,3152	82,56927712

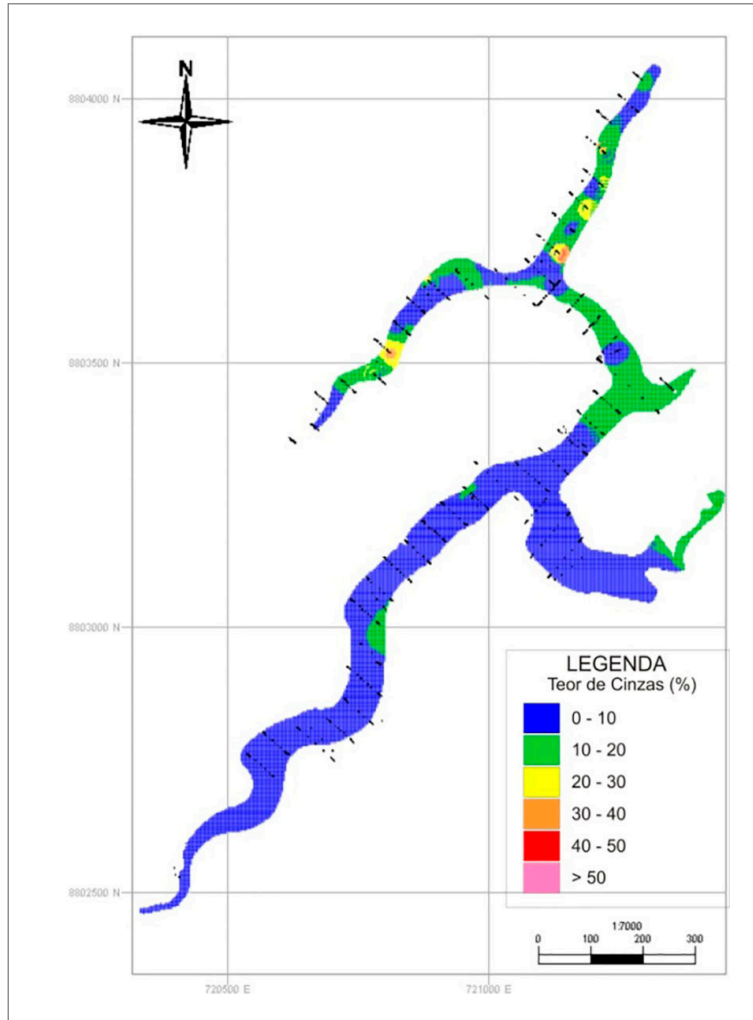


Figura 43 - Mapa com os limites da Turfeira Santo Amaro das Brotas apresentando zoneamento pautado por faixas de valores do teor de cinzas das camadas de turfa (Elaboração: Daniella Macedo).

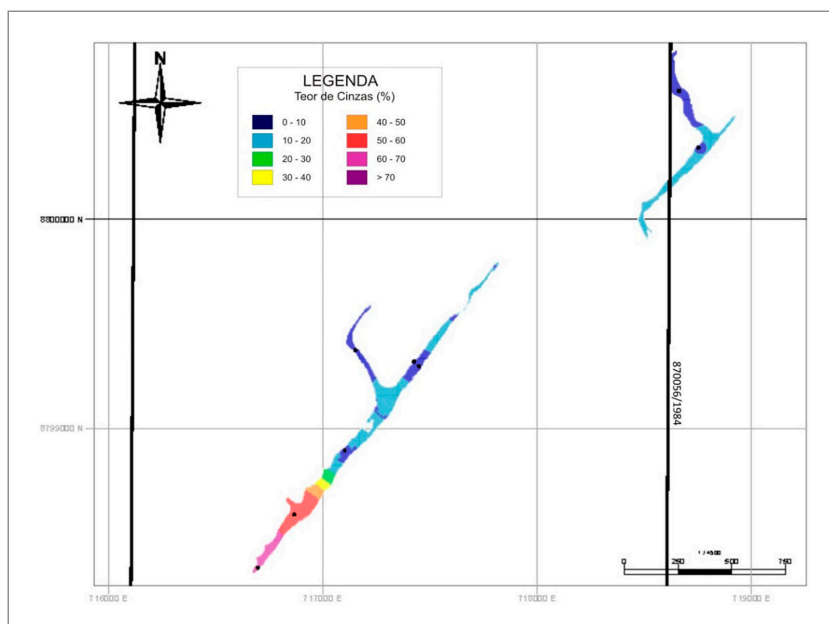


Figura 44 - Mapa com os limites das turfeiras Vela do Navio (esquerda) e Riacho do Mosquito apresentando zoneamento pautado por faixas de valores do teor de cinzas das camadas de turfa (Elaboração: Daniella Macedo).

Tabela 23 - Parametrização dos recursos por faixa de valores do poder calorífico da Turfeira Santo Amaro das Brotas (Elaboração: Daniella Macedo).

PARAMETRIZAÇÃO DE RECURSOS - PODER CALORÍFICO – SANTO AMARO DAS BROTAS						
PODER CALORÍFICO (Kcal/Kg)	TEOR MÉDIO (Kcal/Kg)	ESPESSURA DA CAMADA (m)	VOLUME TOTAL DE TURFA (m³)	DENSIDADE MÉDIA - BASE SECA	TONELAGEM DE TURFA	CINZAS (%)
0 a 1000	170,32	5,549	3243,3	0,072	233,52	30,532
1000 a 2000	1654,644	5,129	1762,1	0,073	128,63	29,862
2000 a 3000	2517,183	5,249	9743,7	0,073	711,29	32,34
3000 a 4000	3650,876	4,379	47885,4	0,073	3495,63	16,994
4000 a 5000	4658,002	3,476	238722,4	0,072	17188,01	9,966
> 5000	5312,237	3,411	204135,3	0,073	14901,88	4,724
TOTAL	4746,27	3,59	505492,2	0,07	36658,96	9,147446008

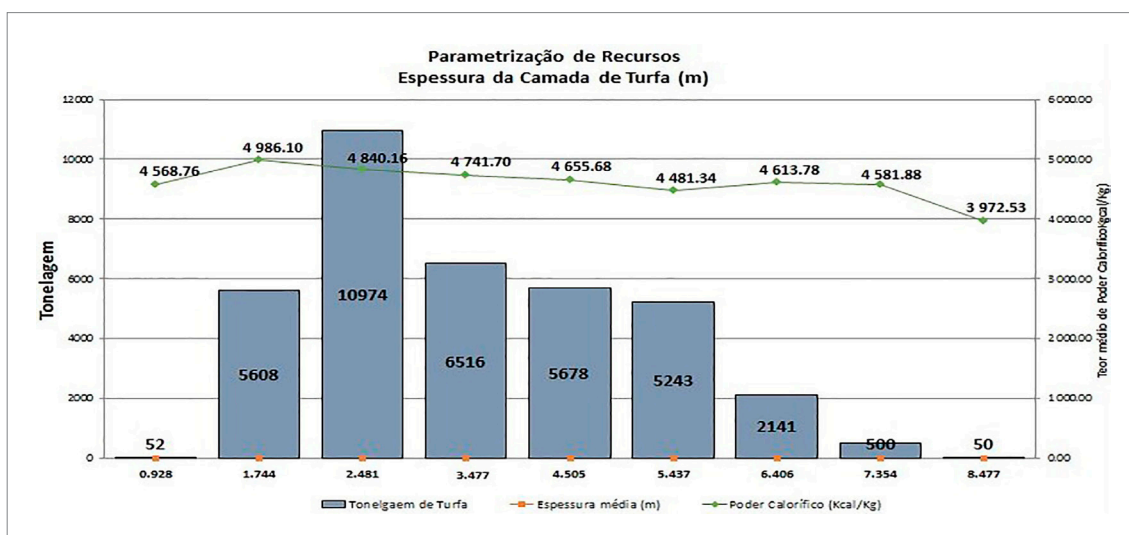


Figura 45 - Gráfico com a distribuição dos recursos obtidos (tonelagem) baseado na relação com as espessuras da camada de turfa e valores do poder calorífico do depósito Santo Amaro das Brotas (Elaboração: Daniella Macedo).

Tabela 24 - Quadro de recursos consolidado dos depósitos avaliados, os quais discriminados por área de processo (Elaboração: Daniella Macedo).

QUADRO DE RECURSOS - PROJETO TURFA DE SANTO AMARO DAS BROTAS									
DEPÓSITO	PROCESSO DNPM	ÁREA DO PROCESSO (HECTARES)	VOLUME TOTAL - TURFA (m³)	DENSIDADE		TONELAGEM DE TURFA	PODER CALORÍFICO kcal/kg	MATERIAIS VOLÁTEIS	CINZAS (%)
				BASE ÚMIDA	BASE SECA				
Vela do Navio (+Riacho do Mosquito)	870056/1984	900	282726,7	0,72	0,072	20.356	*	*	21
Santo Amaro das Brotas	870055/1984	320	424142,3	0,711	0,072	30.538	4629,701	*	10,108
Santo Amaro das Brotas	870155/1984	876	81282,6	0,759	0,073	5.934	5354,548	*	4,136
		1 196	788152	0,46	0,072	56.828	3 043,68		13,55

*sem dados disponíveis

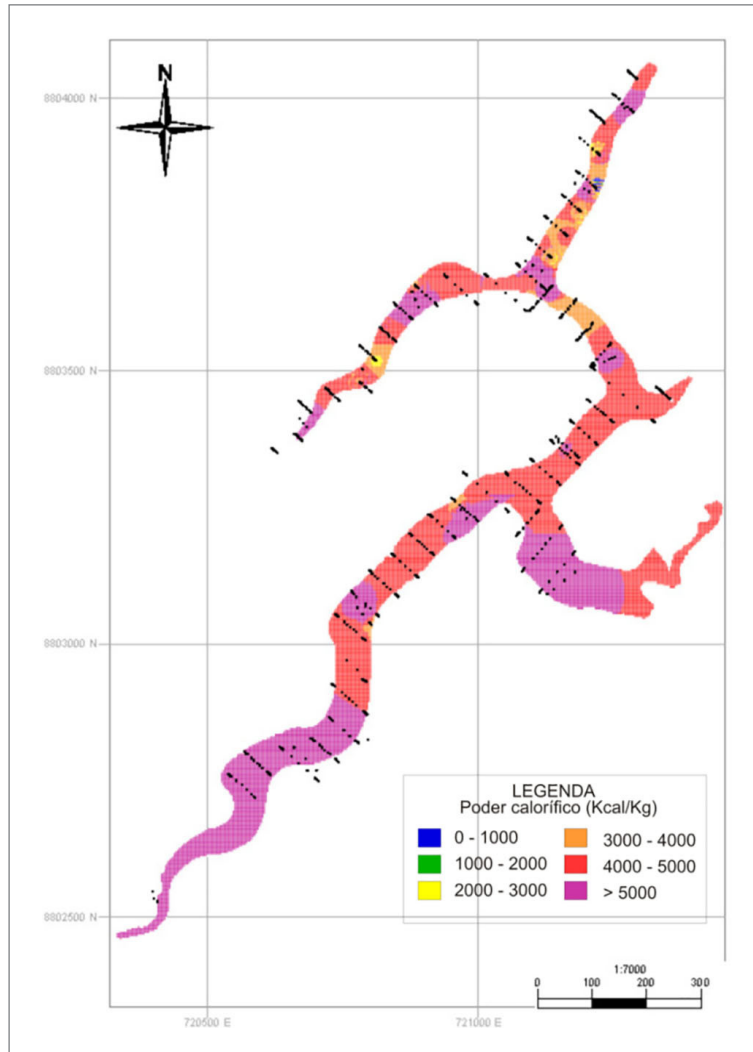


Figura 46 - Mapa com os limites da turfeira Santo Amaro das Brotas apresentando zoneamento pautado por faixas de valores do poder calorífico das camadas de turfa (Elaboração: Daniella Macedo).

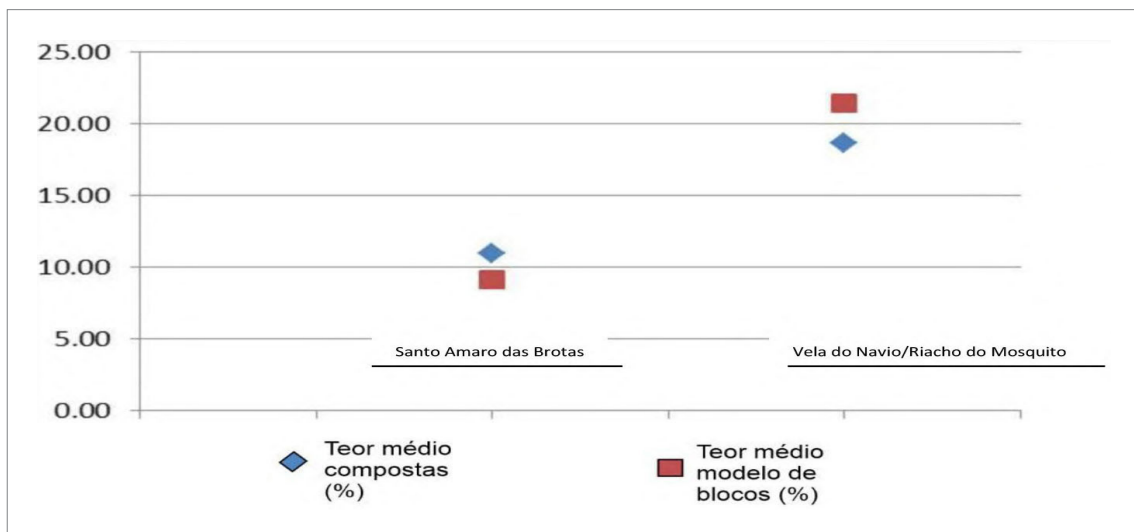


Figura 47 - Comparação entre os teores médios de cinzas obtidos a partir das amostras compostas e dos modelos de blocos de cada turfeira da área do projeto (Elaboração: Daniella Macedo).

12. LAVRA E BENEFICIAMENTO

12.1. LAVRA

A turfa é um composto natural constituído por restos orgânicos parcialmente decompostos, encontrado em áreas pantanosas (Figura 48), onde os solos são impermeáveis e há pouca evaporação. É utilizada como material de biorremediação, fonte energética e produto para combate em deramamentos de hidrocarbonetos, entre outras aplicações.

Sua extração ocorre de acordo com o clima vigente no local onde é encontrada, e deve seguir alguns estudos de viabilidade de produção, conforme a seguir:

- a) Natureza da turfa, no que se refere ao seu grau de decomposição e poder calorífico;
- b) Topografia da área onde a turfeira se encontra;
- c) Cota da área em relação as áreas circundantes;
- d) Dimensões do depósito;
- e) Localização em relação aos possíveis centros consumidores;
- f) Infraestrutura disponível na área da ocorrência ; e
- g) Impactos ambientais decorrentes do processo de extração.

Além disso, estudos de engenharia devem ser realizados, de modo a viabilizar o processo de extração, sendo eles:

- a) Estudo hidrogeológico de escoamento das águas, tendo em vista a necessidade da abertura de canais de drenagem para drenar águas superficiais e manter o nível do lençol freático naquele considerado ideal para o processo de lavra (0,5 a 1 m abaixo da superfície da turfeira);
- b) Determinação da capacidade das camadas superficiais para suportar cargas em movimento; e

- c) Planejamento para desenvolvimento da mina, bem como a forma de armazenamento do produto.

Terminada a etapa de pré-produção, a lavra da turfa pode ocorrer de acordo com quatro processos principais: (i) extração de turfa moída por raspagem; (ii) extração de turfa moída por aspiração; (iii) extração de turfa extrudada; e (iv) extração hidráulica da turfa. A escolha do processo é de acordo com o clima vigente no local da turfeira e conforme a disponibilidade de recursos para a atividade. Esses processos de extração são detalhados a seguir.

12.1.1. Produção de Turfa Moída por Raspagem

Processo realizado em regiões que permitem secagem ao ar livre, de modo que, no seu final, a turfa tenha um máximo de 55% de umidade. Abrange seis etapas:

- a) Raspagem: moagem de uma camada superficial de turfa, de aproximadamente 15 mm, com umidade entre 82% e 87%, que então é deixada ao ar livre para secagem até que se atinja 65% de umidade;
- b) Revolvimento: a camada é remoída repetidamente até que sua umidade seja de 50%. Para o processo é utilizado equipamento composto por colheres de aço montadas em eixo tubular transversal, acoplado a um trator;
- c) Empilhamento central: a turfa é amontoada como fardos na área central do campo de extração, conforme pode ser observado nos depósitos de Rekyva na Lituânia (Figura 49);
- d) Colheita: os fardos de turfa são aglomerados em um único empilhamento,



Figura 48 - Abertura de um canal de drenagem em meio a uma região pantanosa com depósitos de turfa. Fonte: Mineração Varginha, 2017.



Figura 49 - Fardos de turfa dos depósitos da região de Rekyva, Lituânia. Fonte: REKYVA, 2017.

utilizando-se esteiras. Ao fim da colheita, a turfa remanescente no depósito pode receber novo processo de extração;

e) **Estocagem**: os fardos de turfa são compactados e cobertos com filmes de polietileno;

f) **Transporte**: a turfa é levada para a usina central de beneficiamento.

12.1.2. Produção de Turfa Moída por Aspiração

Processo muito semelhante ao anterior, onde há secagem da turfa ao ar livre até que se atinja um máximo de 50% de umidade, após moagem e revolvimento. Em seguida, a turfa é aspirada por um coletor a vácuo, que possui em sua parte traseira um acessório de raspagem capaz de moer uma nova camada superficial de turfa, enquanto recolhe a camada anteriormente seca. Esse fluxo com a turfa é dirigido a um tanque onde é descarregado, formando uma pilha de estocagem para posterior transporte. O processo reduz o tempo de colheita, uma vez que realiza várias tarefas simultaneamente.

12.1.3. Produção de Turfa Extrudada

A turfa é escavada verticalmente por uma draga seca, que faz passar a turfa úmida recém-extraída, por um macerador e um extrudor. Em seguida, a turfa é levada por uma esteira transportadora para a parte mais rebaixada da turfeira, onde então é cortada em pedaços dimensionados. Quando suficientemente seca, é disposta em fileiras ao ar livre, exposta à ação do vento, que aumenta sua secagem. Finalizada essa etapa, as fileiras com a turfa são recolhidas e transportadas para a usina de beneficiamento.

12.1.4. Produção Hidráulica da Turfa

Esse processo é utilizado principalmente em regiões onde os altos índices de pluviosidade não permite a secagem da turfa ao ar livre. A extração é feita em mistura com 97 – 98 % de água, com posterior bombeamento para estação de desumidificação por meios mecânicos (prensagem e centrifugação). É o meio mais caro de extração, mas também é o que apresenta menos impactos ambientais durante o processo.

12.2. BENEFICIAMENTO

A instalação da usina de beneficiamento deve ser feita levando-se em conta as distâncias entre turfeira e os centros consumidores, tendo em vista os custos operacionais com transporte de uma turfa ainda com elevado teor de umidade. O beneficiamento se dá segundo dois processos principais, que são a briquetagem/peletização e a carbonização úmida.

12.2.1. Briquetagem e Peletização

Processo desenvolvido em duas etapas, que incluem a homogeneização e a secagem:

- **Homogeneização**

O material é misturado e peneirado, visando minimizar as diferenças de umidade, densidade e concentração de fibras. Posteriormente, é cortado verticalmente e conduzido para um moinho de martelos, onde o material turfáceo é reduzido para fragmentos com menos de 1 cm, que é submetido a um novo processo de peneiramento.

- **Secagem**

Nesse processo, a turfa homogeneizada é conduzida por tubos secadores verticais e impulsionada por ventiladores através de secadores que funcionam, primeiramente, a base de água quente (65°C), e, a seguir, a vapor d'água (100°C). A energia requerida para o funcionamento desses secadores provém da queima de partes fibrosas da própria turfa retidas durante as fases de peneiramento. Quando seca, com aproximadamente 12% de umidade, a turfa é, então, separada por ciclones e encaminhada para compactação.

A turfa, já pré-compactada, é submetida a uma prensagem final, onde são utilizadas prensas mecânicas ou hidráulicas, cujas pressões são da ordem de 700 a 1000 Kgf/cm², resultando em briquetes de 1000 Kg/m³ de densidade, com elevado poder calorífico, conforme mostra a Figura 50.

12.2.2. Carbonização Úmida

Esse processo de beneficiamento inclui basicamente o aquecimento da turfa com elevado teor de umidade a temperaturas entre 150° e 650°C, por uma hora, de modo a romper os colóides e abrir microporos, visando a remoção de até 90% da água contida na substância. Terminados esses processos, a turfa é considerada apta para as suas aplicações diversas e disponibilizada para o mercado consumidor.

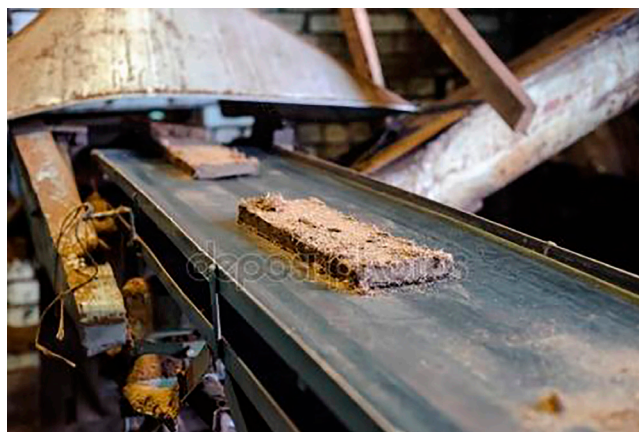


Figura 50 - Turfa prensada (Fonte: iSTOCK, 2017).

13. ANÁLISE ECONÔMICA

13.1. HISTÓRICO E ASPECTOS MERCADOLÓGICOS DA TURFA

A turfa é utilizada há centenas de anos, principalmente em países do Hemisfério Norte, como um insumo energético (atendendo indústrias e pequenas centrais termelétricas) ou agrícola (substratos à formação de mudas e melhorador de solos). Em países de clima tropical, sua utilização é mais recente (FRANCHI, 2006).

De acordo com Franchi (2000), mais de 90% das turfeiras no mundo situam-se nos cinturões frios e temperados do hemisfério norte, com o remanescente das reservas concentrado em latitudes tropicais e subtropicais, em sua maioria em ambientes florestais. Estima-se que mais de 250 milhões de hectares ($2,5 \times 10^6 \text{ km}^2$) da superfície terrestre sejam cobertos de turfa (aproximadamente 1,67% das terras emersas), ficando 85% desse total dentro de fronteiras da Rússia, Canadá e EUA (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1979).

A turfa foi reconhecida como fonte de energia nos séculos XVI a XVIII na Finlândia, na antiga União Soviética e na Irlanda. Seu uso se deu principalmente para aquecimento e outras utilidades domésticas (AGUIAR, 1987). Coube ao pesquisador finlandês Pehr Adrian Gadd (1727-1797), da Academia de Turko, o primeiro a propor um sistema classificatório e determinar as qualidades da turfa (TOLEDO, 1999).

Em 1759, Gadd e Pehr Kalm (1716-1779) publicaram um trabalho sobre o uso da turfa como combustível e em 1763 estabeleceram um método para drenagem das zonas turfosas, viabilizando a agricultura e o reflorestamento nas áreas drenadas (TOLEDO, 1999). Na primeira metade do século XIX, fez-se a primeira grande drenagem de turfeira na Finlândia para reflorestamento, e, desde então, de um total de dez milhões de hectares de zonas turfosas na Finlândia, cerca de 5,3 milhões de hectares foram drenados e transformados em floresta (TOLEDO, 1999).

Desde a segunda guerra mundial (1939 a 1945), houve grande mudança de atitude em relação ao uso da turfa como fonte de energia e o papel das turfeiras como recurso natural. Na década de 1950, a turfa ainda era considerada um combustível importante em muitos países da Europa e grandes programas de desenvolvimento estavam sendo realizados na Irlanda, Suécia, Alemanha, Dinamarca, Finlândia

e nos estados membros da então União Soviética (INTERNATIONAL PEATLAND SOCIETY, 2004).

A disponibilidade de petróleo e carvão a custos baixos, entretanto, começou a afetar a competitividade da turfa como combustível na década de 1960, levando sua perda de importância como recurso energético na maioria dos países produtores (Numerosas fábricas de briquetes de turfa estavam em operação na Irlanda, Bielorrússia, Rússia, Ucrânia e Estônia), com exceção da Irlanda e da União Soviética, onde a turfa continuou a desempenhar um papel importante, como combustível na geração de energia e também no pequeno consumo local.

No Canadá e nos EUA, alguns estudos foram feitos nas décadas de 1970 e 1980 para avaliar o uso de turfa como combustível. O resultado desses estudos foi que a turfa não era competitiva, devido à disponibilidade de petróleo, carvão e gás natural baratos nesses países (INTERNATIONAL PEATLAND SOCIETY, 2004).

Na Indonésia e na Malásia, onde existem enormes recursos da substância, as operações de turfa como combustível foram desenvolvidas nas décadas de 1980 e 1990, porém foram descontinuadas devido às dificuldades econômicas encontradas no aproveitamento da turfa como recurso energético.

No Brasil, o uso da turfa coincide com as mudanças ocorridas na matriz energética ao longo da primeira metade do século XX, época em que o petróleo e o carvão mineral importados dominavam o cenário energético. Com o advento da segunda guerra mundial, o fornecimento desses combustíveis é parcialmente interrompido, o que propiciou à Estrada de Ferro Central do Brasil, sem as formalidades exigidas pelo Código de Minas, autorização para alimentar suas locomotivas com o minério proveniente de turfeiras situadas no Vale do Paraíba, região que unia as duas principais cidades do país, São Paulo e Rio de Janeiro, e que já acusava grande desenvolvimento industrial. Nesse período algumas fábricas destas duas cidades já a utilizavam também como substituto da lenha (FRANCHI, 2006). Contudo, após a segunda guerra e restabelecido o fornecimento do carvão e petróleo, a turfa foi abandonada em definitivo como alternativa energética.

Assim, o petróleo adquire maior participação na matriz energética brasileira, devido às suas características energéticas favoráveis e às grandes descobertas realizadas nas regiões do Cáucaso, Oriente Médio e Estados Unidos. No entanto, na década de 1970,

a decisão do cartel dos países exportadores (a OPEP - Organização dos Países Exportadores de Petróleo) de aumentar a níveis elevados o preço do petróleo, impôs enormes desequilíbrios nas balanças comerciais dos países importadores (Brasil, por exemplo). Nesse contexto, foram empreendidos grandes esforços na execução de programas de pesquisa e desenvolvimento de fontes alternativas de energia com vistas à substituição, ao menos parcial, do petróleo importado. E o carvão mineral volta a ocupar posição de destaque na matriz energética do mundo industrializado.

No Brasil, devido ao elevado custo ambiental na exploração do carvão e a qualidade inferior dos recursos, bem como pela localização geográfica, com as principais reservas concentradas na região sul do país, o interesse pela turfa foi intensificado, em vista à sua ampla disponibilidade e baixo custo de produção. Assim, por volta de 1979, avançaram as buscas por recursos de turfa no Brasil mediante pesquisa geológica sistemática. Vale destacar os trabalhos desenvolvidos pelo Departamento Nacional da Produção Mineral - DNPM - através da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM (o atual Serviço Geológico do Brasil), que culminou com a descoberta de inúmeras turfeiras, fruto de vários projetos de prospecção regional, especialmente nas faixas litorâneas, desde da região sul do país a região nordeste, além do centro-oeste e região do Alto São Francisco. Vale destacar ainda alguns trabalhos de pesquisa desenvolvidos no interior do Estado de São Paulo, conduzidos pela Companhia Energética de São Paulo - CESP e pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT. Com o avanço das pesquisas citadas, duas ocorrências caracterizadas à época alcançaram o estágio produtivo no período de 1980 a 1990.

A primeira corresponde a turfeira de Eugênio de Melo, situada na Bacia de Taubaté, município de São José dos Campos (SP). Explorada pela CESP, previa a utilização da turfa para a geração de energia termelétrica numa futura usina a ser construída. A segunda turfeira constitui a ocorrência localizada no Balneário Arroio do Silva, município de Araranguá (SC), com a substância utilizada como combustível para os fornos cerâmicos da CECRISA – Cerâmica Criciúma S/A (FRANCHI, 2006).

Contudo, após a estabilização dos preços do petróleo no mundo, houve uma série de fatores impeditivos à continuidade da turfa como fonte energética no Brasil, principalmente, por conta da baixa competitividade econômica diante dos derivados de petróleo e outras fontes alternativas como: lenha, carvão vegetal, casca de coco, bagaço de cana, pneus velhos, etc. Este quadro promoveu um redirecionamento das atividades mineiras, que passaram a lavar a turfa notadamente para o mercado agrícola, bem como à finalização dos grandes programas prospectivos até então conduzidos pela CPRM.

A crise de abastecimento de petróleo na década de 1970 também representou, mundo afora, um marco decisivo para a turfa quanto a sua diversificação de uso, além da energética (FRANCHI, 2006). No intuito de ampliar suas aplicações agrícolas, foram desenvolvidos alguns estudos acadêmicos no Brasil, entre eles, a sua utilização como condicionador de solos para recuperação de áreas degradadas (ZIMMERMANN, 2001; FRANCHI, SÍGOLO e LIMA, 2003). Outros estudos foram direcionados a seu emprego na descontaminação de efluentes líquidos, como agente adsorvente de metais pesados (COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS, 1998; PETRONI et al., 2000; PETRONI, 2004).

No cenário atual, o aumento da demanda por turfa como combustível na produção de energia é a principal força motriz por trás do crescimento do mercado mundial. No entanto, o contínuo aumento do consumo da turfa para outros segmentos não tradicionais, como da indústria de bebidas alcoólicas e tratamento de água e aplicações hortícolas e agrícolas, entre outras, serão os verdadeiros impulsionadores pelo crescimento da sua demanda.

Atualmente, o mercado consumidor brasileiro de turfa já se mostra com certo nível de diversificação, diferente do passado, quando a produção de turfa era exclusiva do setor energético. Atualmente, a turfa é utilizada para fins energéticos em pequena escala no Estado de Santa Catarina (SC), sendo que no estado de São Paulo nenhuma turfa produzida é destinada ao setor energético.

Vale destacar que no momento só há dois estados produtores de turfa no Brasil, Santa Catarina e São Paulo. Considerando a produção desses dois estados, em 2015, de acordo com o Sumário Mineral de 2016 (DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL, 2018), o mercado para a turfa, tanto *in situ* (bruta) como a beneficiada (turfa seca), foi destinado principalmente para os seguintes usos: a) húmus e adubo orgânico na agricultura; b) substrato em horticultura; c) geração de energia; d) matéria-prima para a química; e) filtro e material absorvente (absorve e encapsula hidrocarbonetos), f) têxteis de turfa; g) material de construção e isolamento e h) terapia estéticas e/ou médicas.

13.1.1. Panorama Mundial

De acordo com o United States Geological Survey (2019a), a produção mundial de turfa em 2018 foi estimada em 28,1 milhões de toneladas.

Ao se analisar a série histórica da produção mundial de turfa, se observa um relativo aumento de volatilidade na produção no período que vai de 1999 a 2010 (variando de 24,70 a 31,50 milhões de toneladas), ao passo que no período de 2011 a 2017 houve certa estabilidade no nível de produção, que variou entre 26,4 e 29,90 milhões de toneladas de turfa por ano (Figura 51).

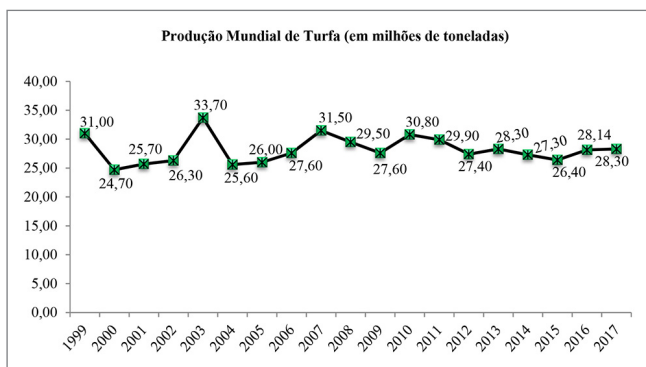


Figura 51 - Produção mundial de turfa no período de 1999 a 2017
Fonte: USGS: Mineral Commodity Summaries: Historical statistics for mineral and material commodities, 2019a.

Vale destacar que, de acordo com o gráfico da Figura 51, os eventos ocorridos nos períodos de 2000-2001 e 2008-2010, que impactaram negativamente a economia mundial (com crise e recessão), promoveram maior volatilidade no volume de produção mundial de turfa, porém com intensidade menor, ao contrário do ocorrido com outros setores extrativos minerais, como do petróleo, minério de ferro, carvão etc., bastante afetados naqueles períodos (EXAME, 2010).

Os principais produtores mundiais de turfa em 2018 foram: Finlândia (35,3%), Belarus (9,2%), Alemanha (8,9%) Irlanda (8,9%) e Suécia (7,8%). Estes países produtores foram responsáveis por mais de 70% da produção mundial da substância. Quando é comparada a produção mundial de 2018 com a de 2017, constata-se um avanço tímido de 0,6 %, variando de 28,14 para 28,3 milhões de toneladas anuais (Tabela 25).

Muitos países avaliam recursos de turfa com base no volume ou área, porque as variações nas densidades e espessuras das camadas nos depósitos de turfa dificultam a realização das estimativas confiáveis da tonelagem. Assim, em muitos casos, os números deixam a desejar, no que toca o nível de precisão das estimativas. Os recursos mundiais de turfa é um recurso que apresenta contínuo acúmulo em cerca de 60% das turfeiras globais. No entanto, estes volumes de recursos têm diminuído a uma taxa de 0,05% anualmente, devido ao forte uso na atividade agrícola (UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY, 2019a).

Os dados oficiais de produção e reserva do Brasil (ano-base 2015), indicaram uma participação tímida o cenário internacional, representando cerca de 0,5% da produção mundial e 0,43 % das reservas globais lavráveis (DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL, 2018). De acordo com o *Observatory of Economic Complexity* (2018), os maiores exportadores mundiais de turfa, em termos de valor comercializado, foram: Canadá (US\$ 364 milhões), Alemanha (US\$ 207 milhões), Letônia (US\$ 188 milhões), Holanda (US\$ 140 milhões)

e a Irlanda (US\$ 81,9 milhões). Com relação aos maiores importadores, os Estados Unidos (US\$ 358 milhões) encabeçam a lista, seguidos pela Holanda (US\$ 136 milhões), França (US\$ 91 milhões), Alemanha (US\$ 85 milhões) e a Itália (US\$ 73,5 milhões). As Figuras 52 e 53 mostram as participações das principais nações exportadoras e importadoras de turfa no mundo, respectivamente.

Tabela 25 - Panorama da produção e reservas mundiais de turfa. Fonte: USGS: Mineral Commodity Summaries, 2019.

DISCRIMINAÇÃO	RESERVAS ⁽¹⁾ (10 ³ t)	PRODUÇÃO ⁽²⁾ (10 ³ t)	
		2017	2018 ^(E)
Estados Unidos	150.000	498	500
Belarus (Bielorrússia)	2.600.000	1.520	2.600
Canadá	720.000	1.670	1.700
Estônia	60.000	588	600
Finlândia	6.000.000	9.970	9.900
Alemanha	(2)	3.300	2.500
Irlanda	(2)	2.500	2.500
Letônia	150.000	1.740	1.700
Lituânia	210.000	418	400
Polônia	(2)	900	900
Rússia	1.000.000	960	960
Suécia	(2)	2.240	2.200
Ucrânia	(2)	600	600
Reino Unido	(2)	700	700
Outros Países (e)	1.400.000	540	540
Total	12.290.000	28.144	28.300

Nota: ^(e) estimado; ⁽¹⁾ reserva lavrável; ⁽²⁾ Incluído em "Outros países".

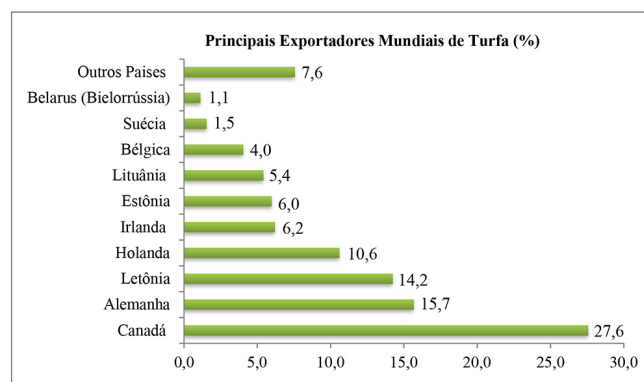


Figura 52 - Principais exportadores mundiais de turfa, em termos de valor comercializado, em 2017. Fonte: Observatory of Economic Complexity, 2018.

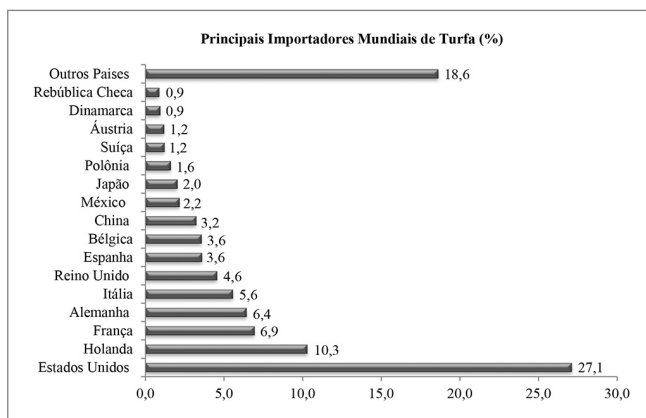


Figura 53 - Principais importadores de mundiais de turfa, em termos de valor comercializado, em 2017. Fonte: Observatory of Economic Complexity, 2018.

13.1.2. Panorama Nacional

As reservas brasileiras de turfa em 2015 foram estimadas em 54,1 bilhões de toneladas, as quais localizadas em Minas gerais (38%), São Paulo (31,8%), Santa Catarina (27,5%), Rio Grande do Sul (2,2%) e Paraná (0,4%) (DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL, 2018).

A produção oficial de turfa (produção bruta, ROM – *Run of Mine*) no Brasil, em 2015, foi de 135.257 toneladas (0,5 % da produção mundial). Este volume de produção foi 17,7 % menor que o reportado em 2014. A produção beneficiada naquele mesmo ano foi de 59.575 toneladas.

No que diz respeito à importação de turfa pelo Brasil, em 2015 ela atingiu 17.600 toneladas, equivalendo a um valor de produção de US\$ 6,1 milhões. Foram provenientes da Letônia (49%), Argentina (31%), Canadá (19%) e Estônia (1%). Em relação as exportações de turfa pelo Brasil nesse ano, elas atingiram 2.300 toneladas,

com valor monetário de US\$ 589 mil, sendo destinadas ao Uruguai (70%) e ao Paraguai (30%) (DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL, 2018).

As principais estatísticas oficiais sobre a quantidade de turfa produzida (bruta e beneficiada), o consumo aparente e o comércio exterior brasileiro no triênio 2013-2015 são apresentadas na Tabela 26.

Como supracitado, atualmente só há dois estados produtores de turfa (ROM) no Brasil: Santa Catarina (52,4%) e São Paulo (47,6%). No que toca a produção beneficiada, o estado de Santa Catarina foi o responsável por praticamente toda oferta (99,3%) (DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL, 2018).

A tabela 27 mostra a evolução do valor da produção (bruta + beneficiada) de turfa comercializada nos dois estados produtores brasileiros no período de 2010 a 2015. Como pode ser observado naquela tabela, o valor da produção mineral de turfa dos dois estados produtores no Brasil aumentou de 7,8 para 8,5 milhões de reais no período entre 2010 e 2015.

13.1.2.1. Mercado Consumidor

A produção nacional, seja de turfa bruta (*in situ*) ou beneficiada, tem aplicação diversa, como húmus e adubo orgânico na agricultura; substrato em horticultura; geração de energia (no estado de Santa Catarina); matéria-prima para indústria química, filtro e material absorvente (absorve e encapsula hidrocarbonetos); têxteis de turfa; material de construção e isolamento; terapia estética e/ou médicas (DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL, 2018).

A maior parte da turfa produzida no estado de Santa Catarina em 2015 foi absorvida pelo próprio

Tabela 26 – Principais estatísticas oficiais do setor de turfa no Brasil
Fonte: Departamento Nacional da Produção Mineral, 2018.

DISCRIMINAÇÃO		UNIDADE	2013	2014	2015
PRODUÇÃO	Produção Bruta – (ROM)	(t)	125.157	163.048	135.257
	Produção Beneficiada	(t)	72.595	65.746	59.575
IMPORTAÇÃO	Bens Primários	(t)	13.083	16.652	17.596
		(10 ³ US\$-FOB)	4.428,00	6.169	6.115,00
	Manufaturados	(t)	-	1	12
		(10 ³ US\$-FOB)	-	3,00	23,00
EXPORTAÇÃO	Bens Primários ⁽¹⁾	(t)	877	1.099	2.300
		(10 ³ US\$-FOB)	488,00	337,00	589,00
	Semi e Manufaturados	(t)	-	-	-
		(10 ³ US\$-FOB)	-	-	-
Consumo aparente ⁽¹⁾	Turfa	(t)	84.801	81.299	74.871

Nota: ⁽¹⁾ consumo aparente = produção beneficiada + importação de bens primários – exportação de bens primários; t = tonelada.

Tabela 27 - Evolução do valor da produção mineral comercializada ⁽¹⁾ no período de 2010 a 2015
 Fonte: Departamento Nacional da Produção Mineral, 2015; 2017a, 2017b.

ANO	ESTADO DE SÃO PAULO (VALOR DA PRODUÇÃO, R\$)	ESTADO DE SANTA CATARINA (VALOR DA PRODUÇÃO, R\$)	VALOR DA PRODUÇÃO NACIONAL (R\$)
2010	2.431.503	4.677.474	7.108.977
2011	2.807.651	3.827.710	6.635.361
2012	2.718.132	5.502.380	8.220.512
2013	3.213.010	6.383.008	9.596.018
2014	3.429.199	6.098.022	9.527.221
2015 ^e	2.919.899	5.673.292	8.593.191

Nota: Valor da produção mineral comercializada é o somatório do valor da produção bruta mais o valor da produção beneficiada comercializadas; ^(e) estimada.

estado (81,78%), e o remanescente destinado aos estados do Paraná (7,59%), Rio Grande Sul (6,07%) e Minas Gerais (4,55%). A turfa produzida em São Paulo foi totalmente consumida no próprio estado (DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL, 2015; 2017a, 2017b).

13.1.2.2. Estrutura Produtiva

O setor produtivo de turfa no Brasil passa por diversas etapas até atingir o mercado consumidor, os quais incluem: lavra, transporte, estoque, beneficiamento e/ou transformação, novos produtos, distribuidores e mercado, conforme o fluxograma simplificado apresentado na Figura 54.

13.1.2.3. Principais Empresas Produtoras

Atualmente só há duas companhias produtoras de turfa no Brasil, a Mineração Darcy e a Florestal S.A. Localizada no município de São Simão (SP), a Mineração Darcy emprega cerca de 50 funcionários envolvidos na produção de turfa, areia e argila. Deste total, 35 trabalham diretamente na produção e os demais na parte administrativa e comercial.

A empresa Florestal S.A., por sua vez, possui duas unidades produtivas, uma situada em Criciúma (SC) e direcionada a produção de substâncias húmicas, onde também funciona a parte administrativa, e a segunda em Balneário Arroio do Silva (SC), focada na produção de substratos. Juntas, estas unidades da Florestal empregam cerca de 80 funcionários, sendo 60 envolvidos na operação e os demais na parte administrativa e comercial. Dados, como localização das instalações, produções brutas (ROM), principais produtos, porte das empresas e mão de obra envolvida diretamente na atividade de produção de turfa, estão sumarizados na Tabela 28.

Nesta tabela também estão incluídas empresas que tiveram produções de turfa contabilizadas em 2015, como a Mineração Darcy R. Silva e Cia Ltda, a Technes Agrícola Ltda, a Fraga, Frizzo & Cia Ltda (EPP), a Oásis U. A. Mineração de Areia T. A. Ltda, a Extraminer Comércio e Indústria de Minérios e Serviços Ltda, todas do estado de São Paulo, além da Rudnick Minérios Ltda, situada no estado de Santa Catarina.

É importante destacar que, de acordo com informações obtidas junto à Agência Nacional de Mineração (ANM) em Belo Horizonte (MG), houve produção de turfa bruta (ROM) nos anos de 2010 (330 toneladas) e 2011 (2.300 toneladas) no estado de Minas Gerais (DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL, 2017b). A empresa responsável pela produção foi

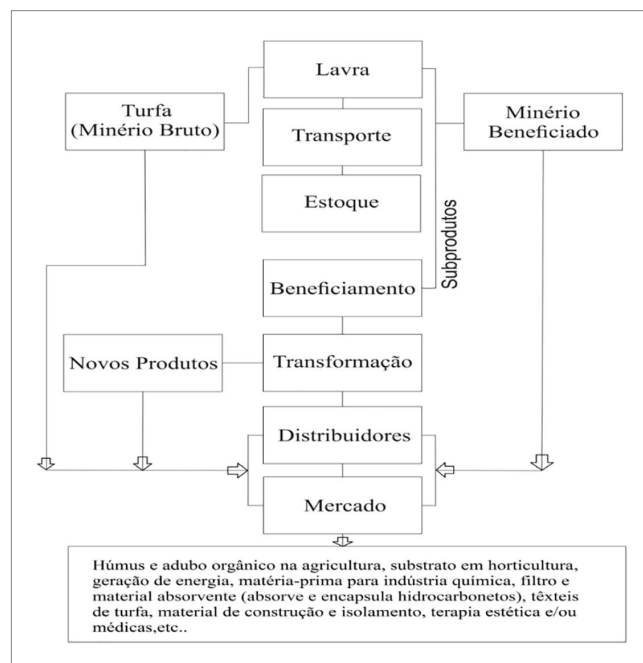


Figura 54 - Cadeia Produtiva simplificada da turfa no Brasil
 (Elaboração: Gustavo Alexandre Silva).

Tabela 28 - Principais empresas produtoras de turfa no Brasil e respectivos dados de produção, principais produtos, porte das empresas e mão de obra envolvida (Elaboração: Gustavo Alexandre Silva).

EMPRESA	UF	PRODUÇÃO BRUTA (t/ano)*	PRINCIPAIS PRODUTOS	PORTE DA EMPRESA	MÃO DE OBRA DIRETA
Mineração Darcy R. O. Silva e Cia Ltda.	SP	29.977	Fertilizante orgânico sólido (Turfa bruta)	Pequena empresa ⁽¹⁾	50
Technes Agrícola Ltda.	SP	40.846	Fertilizante orgânico sólido (Turfa bruta Seca)	Pequena empresa ⁽¹⁾	NI
Fraga, Frizzo & Cia Ltda – epp.	SP	3.500	Fertilizante orgânico sólido (Turfa bruta)	Pequena empresa ⁽¹⁾	NI
Oásis U. A. Mineração de Areia T. A. Ltda.	SP	293	NI	Pequena empresa ⁽¹⁾	NI
Extraminer Comércio e Indústria de Minérios e Serviços Ltda.	SP	40	NI	Pequena empresa ⁽¹⁾	NI
Rudnick Minérios Ltda.	SC	6.484	Fertilizante orgânico sólido (Turfa bruta)	Pequena empresa ⁽¹⁾	NI
Florestal s.a. - Unidade de Produção de Substâncias Húmicas e Escritório (Criciúma-SC). e - Unidade de Produção de Substratos (Bal. Arroio do Silva - SC).	SC	39.466	Condicionador de solo líquido NK, Condicionadores de solo, Fertilizantes líquidos, Fertilizantes sólidos, Substratos para plantas, turfa ambiental (para recuperação de áreas mineradas)	Pequena empresa ⁽¹⁾	80
TOTAL		120.969			130

NOTA: * 2015; NI = Não Informado; ⁽¹⁾ produção R.O.M maior que 10.000 t até 100.000 t/ ano.

a Varginha Mineração e Loteamentos Ltda., com a área da lavra localizada no município de Boa Esperança (MG). A produção foi autorizada por meio de uma Guia de Utilização, documento concedido pelo órgão fiscalizador, que permite a lavra de uma determinada quantidade de minério antes da outorga da concessão de lavra, de modo a auxiliar no financiamento dos trabalhos de pesquisa com a comercialização da produção. No período 2012-2018 não há registro de produção nessa área que, em 2012, foi cedida para a Fertimax Fertilizantes Orgânicos Ltda.

Também foi constatado que ainda existem três concessões de lavra para turfa no estado, todas elas de titularidade da Cerâmica Saffran S/A, nos municípios de Guarda Mor e Paracatu. Essas concessões são também para argila refratária. Contudo, não existe produção de turfa contabilizada, apenas de argila refratária.

No município de São José dos Campos, no estado de São Paulo, onde existe extração de turfa, a substância

é beneficiada na unidade Operacional de Paulínia do Grupo Eucatex, cuja produção é usada como condicionador de solo e na formulação de substratos e cobertura de plantio. Este produto é utilizado principalmente pela própria Eucatex em suas atividades de reflorestamento.

13.2. PREÇOS

Há pouca informação pública sobre os preços internacionais de produtos de turfa. No entanto, o Serviço Geológico dos Estados Unidos publica anualmente estimativas de preços dos principais produtos comercializados no país, incluindo os preços praticados no comércio exterior com importações.

Nesse contexto, de acordo com informações do United States Geological Survey (2019b), o preço médio da turfa bruta praticado nos Estados Unidos (um dos maiores importadores do mundo), se manteve entre 24,00 a 31,97 U\$\$/tonelada no período de 2010 a 2018 (Tabela 29).

Tabela 29 - Evolução do preço da turfa bruta no mercado americano (EUA) entre 2010-2018 (USGS: Mineral Commodity Summaries, 2019b).

ANO	PREÇO MÉDIO DA TURFA BRUTA (FOB US\$/TONELADA)*
2010	24,39
2011	22,73
2012	24,44
2013	25,37
2014	24,97
2015	28,39
2016	31,97
2017	27,55
2018	24,00

NOTA: *Preço médio (FOB) anual de turfa na mina (EUA).

Em termos de produtos beneficiados, o preço da tonelada em 2015 (valor médio unitário F.O.B., planta) para os tipos identificados como musgo *esfagno*, *musgo hipnum*, *reed-sedge* e húmus, foram estimados respectivamente em US\$ 51,12, US\$ 49,73, US\$ 29,39 e US\$ 16,03 (UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY, 2019). Contudo, o preço médio dos produtos importados avaliados em seu conjunto em termos de valor aduaneiro médio, ficou por volta de 279,2 US\$/tonelada em 2016.

Os preços médios dos produtos de turfa exportados pelo Brasil (produtos de exportação com maior valor agregado) apresentaram desvalorização entre os anos de 2013 e 2015, caindo de 556,44 US\$ FOB/tonelada para 256,09 US\$ FOB/tonelada (DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL, 2018). No entanto, estes preços são bem superiores aos praticados com os mesmos produtos comercializados internamente no Brasil.

Os preços praticados no comércio interno do país, de acordo com o levantamento realizado pelo Projeto em 2019 (ano-referência 2018), que teve como alvo os dois estados produtores (São Paulo e Santa Catarina), e que ainda considerou encomendas efetuadas por consumidores de regiões de até 300 km distantes das áreas de mineração e/ou dos centros distribuidores, são apresentados na Tabela 30. Esta tabela mostra, além dos preços de turfa praticados nos diversos locais de distribuição, os preços dos fretes (informados pelos distribuidores) e o tipo do produto comercializado, suas aplicações e características. Como se observa, há grande variação nos preços dos produtos comercializados, que variam de 75,00 R\$/tonelada até mais de 200,00 R\$/tonelada de turfa, dependendo do tipo de produto que é determinado conforme destinação de uso. Os preços estimados nas minas variam de 45,00 R\$/tonelada até 190,00 R\$/tonelada.

Vale destacar que ainda existem muitos outros produtos de turfa que estão em fase de desenvolvimento e testes de aplicações ou em estágio inicial de comercialização no Brasil.

13.3. PERSPECTIVAS E INVESTIMENTOS

O consumo crescente de turfa, não apenas nas aplicações mais tradicionais, como na horticultura, mas também como insumo em segmentos industriais, como das bebidas alcoólicas e no tratamento e purificação de águas, entre outros usos, vem promovendo o crescimento do mercado mundial da substância.

Independentemente do fato de ser um recurso renovável, os compostos baseados em turfa ainda dominam quando o objetivo é seu emprego na compostagem para solos, um insumo bom e confiável, com resultados excelentes para a maioria das plantas cultivadas com compostos à base da substância (TALK, 2019). É matéria prima para a indústria química (ceras, carbono ativado etc.), assim como filtro e material absorvente para remoção de derramamento de óleo e na descontaminação de metais pesados e cargas microbianas em efluentes. Outras aplicações incluem seu uso na indústria têxtil para obtenção de fibras, utilizadas em algodão e papel, como também na construção civil como material de isolamento (INTERNATIONAL PEATLAND SOCIETY, 2019).

Frente a essa gama de possibilidades de aplicação, os grandes grupos internacionais estão expandindo cada vez mais sua participação na economia do crescente mercado da turfa, influenciando a concorrência entre os fornecedores regionais nos países onde estão ingressando, especialmente em termos de qualidade, tecnologia e preço.

Nesse contexto, aparentemente, o mercado de turfa ainda se mostra fragmentado devido aos numerosos operadores de grande e pequeno porte. Os participantes do mercado tentam obter vantagem competitiva por meio de iniciativas estratégicas, como parceria, aquisição, expansão, colaboração, lançamento de novos produtos e desenvolvimento tecnológico. Alguns dos principais intervenientes do mercado global da turfa incluem: *Stender AG* (Alemanha), *Vapo* (Finlândia), *Oulun Energia Oy* (Finlândia), *Klasmann-Deilmann GmbH* (Alemanha), *Neova AB* (Suécia), *Cocogreen* (Sri Lanka), *Bord Na Móna* (República da Irlanda), *Globalcoirs* (Índia), *Peat Land Ukraine LLC* (Ucrânia) e *Jiffy Products International BV* (Holanda), entre outros.

No que toca os mercados internacionais, o mercado de turfa da Europa está emergindo rapidamente como um mercado lucrativo. O consumo extensivo em aplicações agrícolas, liderado pela economia do agronegócio em expansão, está impulsionando o mercado de turfa na Europa. Países europeus, como o Reino Unido, Alemanha e Itália, são projetados para serem os principais

Tabela 30 - Preços de turfa praticados nos diversos locais de distribuição e preços de frete informados (Elaboração: Gustavo Alexandre Silva).

LOCALIZAÇÃO DA UNIDADE DE DISTRIBUIÇÃO/ COMERCIALIZAÇÃO DE TURFA	PREÇOS	FRETE MÉDIO ESTIMADO	USOS / APLICAÇÕES RECOMENDADAS PARA A TURFA COMERCIALIZADA.
São Simão - SP	Turfa a granel (R\$/t): 185,00	NI	Como substrato: recomendado para a aplicação no solo, melhorando as propriedades físico-químicas. Produto pronto para uso, podendo ser utilizado na superfície do solo ou incorporado ao mesmo. pH:3,7; CTC: 1.630; matéria orgânica:46,87 %; Cinzas:53,13%; umidade: 20-30%.
Araras-SP	Turfa a granel (R\$/t): 160,00 Turfa peneirada e ensacada (R\$/t): 360,00	Turfa bruta a granel (R\$/km): 5,17 (Caminhão com 14 m ³) (R\$/km): 7,11 (Carreta com 30 m ³)	Turfa composta: produto pronto para uso, podendo ser utilizado na superfície do solo ou incorporado ao mesmo. Características do produto: Aditivado com 0,5% de N / 0,7% de P ₂ O ₈ / 0,4% de K ₂ O; Condutividade elétrica (mS/cm): 1,5 +/- 0,3; Potencial hidrogênio (pH): 5,8 +/- 0,5; umidade máx. (%peso/peso): 50 (30 a 40 %); capacidade de retenção de água CRA (%): 70; matéria orgânica: 45 %; carbono total: 26,0 %.
Piracicaba - SP	Turfa bruta a granel (R\$/t): 75,00 Turfa peneirada e ensacada (R\$/t): 140,00	NI	Turfa bruta: para uso em todas as culturas (carbono em média 20%); - capacidade de adsorver (segurar) nutrientes minerais (denominada CTC): acima de 800.
Criciúma - SC	Turfa bruta a granel (R\$/t): 145,00	Turfa bruta a granel (R\$/km): 5,9 (Carreta com 50 m ³)	Turfa bruta: alta CTC (700 a 940 mmol c./dm ³); pH original da turfa é 3,2 a 3,7, devendo ser corrigido, conforme o produto a ser fabricado. Turfa para uso como substratos para plantas.
Balneário Arroio do Silva - SC	Turfa bruta a granel (R\$/t): 43,00	NI	NI
Poços de Caldas - MG	Turfa a granel (R\$/t): 200,00	NI	Como substrato: fonte de ácido fúlvico e húmico. Produto pronto para uso. - Potencializador de adubo químico; - ph 3,5 a 4; alta CTC; baixa umidade; - Produto farelado.

Nota: NI=Não Informado.

contribuintes para o mercado regional até 2023 (TALK, 2019). A região da Ásia-Pacífico é o segundo maior mercado de turfa do mundo, para o qual é estimado que testemunhe uma enorme demanda por produtos de turfa, que inclui a área médica (fisioterapia reumatologia e medicamentos esportivos), frente ao contínuo aumento populacional e a rápida urbanização. Na América Latina, estima-se que o mercado de turfa tenha um crescimento notável devido ao aumento das atividades agrícolas na região.

13.3.1. Usos, Aplicações Promissoras e Substitutos

De acordo como o relatório do World Energy Resources (2013), a turfa é avaliada sob três óticas quanto a sua utilização:

- Energia: como combustível para geração de eletricidade / calor e diretamente como fonte de calor para fins industriais, residenciais e outros;
- Horticultura e agricultura: por exemplo, como meio de cultivo, melhorador de solo, estábulos, ingrediente de compostagem etc.;
- Outros: por exemplo, como fonte de produtos orgânicos e químicos, como carvão ativado, resinas e ceras, medicamentos como esteroides e antibióticos, e terapêuticos em aplicações como, banhos de turfa, etc.

Entre as aplicações acima, os setores de horticultura e agricultura respondem pela maior parte da turfa consumida, que a cada ano vem ganhando mais espaço. Suas propriedades físicas, como alta porosidade (aeração adequada) e alta capacidade de retenção de água

e nutrientes, permitem a redução nos custos com adubação química convencional que é bastante oneroso para o processo produtivo. Os benefícios advindos da turfa na agricultura incluem, entre outros, o aumento da oxigenação e da disponibilidade de nutrientes, diminuição da compactação do solo, maior retenção de umidade e aumento da água armazenada no solo, redução do efeito do ataque de nematoides, favorece o desenvolvimento de rizomas (caules subterrâneos que acumulam substâncias nutritivas), diminui as perdas de adubos e, quando totalmente decomposta, constitui uma substância extremamente rica em matéria orgânica livre de pragas (DONAMARIA, 2017).

Quanto à possibilidade de substituição da turfa por produtos alternativos, principalmente no setor agrícola, isso está longe de ocorrer. Compostagens a partir de resíduos orgânicos naturais, utilizados em jardins, e a fibra de coco, que competem com as aplicações hortícolas da turfa, e o papel picado e a palha usados para manter a umidade em algumas aplicações de semeadura, são alternativas pontuais à turfa, não possuindo sua capacidade superior, em função das suas propriedades físico-químicas que trazem uma gama de benefícios para a preservação do solo agrícola (UNITED STATE GEOLOGICAL SURVEY, 2019a).

13.3.2. Projeções para o Futuro

De acordo com Research and Markets (2018), o mercado global de turfa movimentou em 2017 US\$ 3,65 bilhões, com previsão de atingir US\$ 13,51 bilhões em 2026, correspondendo a um taxa de crescimento CAGR (taxa de crescimento anual composta) de 15,7% nesse período. A crescente demanda por geração de eletricidade, devido ao crescimento populacional, o natural crescimento do consumo de bebidas e das indústrias atreladas, onde vapores da queima da turfa são utilizados na secagem da cevada e do malte, o tratamento de águas e a horticultura, são alguns fatores citados como potenciais para o crescimento do seu mercado. Ainda, segundo aquela fonte, a crescente popularidade dos biocombustíveis e o foco no desenvolvimento de novos produtos de turfa de origem biológica também fomentarão a ampliação do seu mercado consumidor.

13.3.3. Mercado da Turfa no Brasil

No contexto do Brasil, levando-se em conta a hipótese de que a produção de turfa bruta entre 2006 e 2018 estaria atrelada principalmente a encomendas feitas por clientes locais e/ou regionais, conforme levantamento realizado pelo Projeto, não existiria grandes estoques de turfa nos pátios de expedições, podendo-se concluir que a quantidade de turfa bruta

produzida nos dois estados oficialmente produtores (São Paulo e Santa Catarina) é equivalente à quantidade consumida pelo mercado nacional. Cabe destacar que desses números é excluída a parcela destinada ao comércio exterior (importação/exportação), que são produtos já beneficiados.

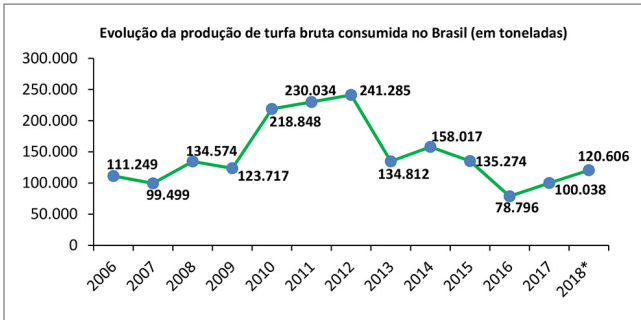
De acordo com os dados de produção histórica de turfa bruta nacional (DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL, 2014; 2016; 2017a), representados pelos estados de São Paulo e Santa Catarina, entre os anos de 2006 e 2012, o setor apresentou uma taxa de crescimento CAGR de 13% ao ano, observando-se, porém, no período de 2013 a 2016, retração do setor, que apresentou uma taxa CAGR de -2,2% ao ano. Sinal de recuperação do mercado de turfa foi registrado em 2017, com aumento da produção de 100.038 toneladas para 120.606 toneladas, sendo a taxa CAGR de crescimento nesse ano de 0,68% ao ano.

A Figura 55 mostra a série histórica da produção de turfa bruta consumida no Brasil no período de 2006-2018, conforme pesquisa realizada.

A Figura 56 retrata o desempenho do consumo de turfa no país entre 2006 e 2018 comparado à evolução do PIB nacional no mesmo período. Como pode ser observado no gráfico, pode-se afirmar que boa parte do desempenho do setor está relacionado com o aquecimento ou desaquecimento da economia brasileira, uma vez que quase a totalidade da produção de turfa é comercializada nacionalmente.

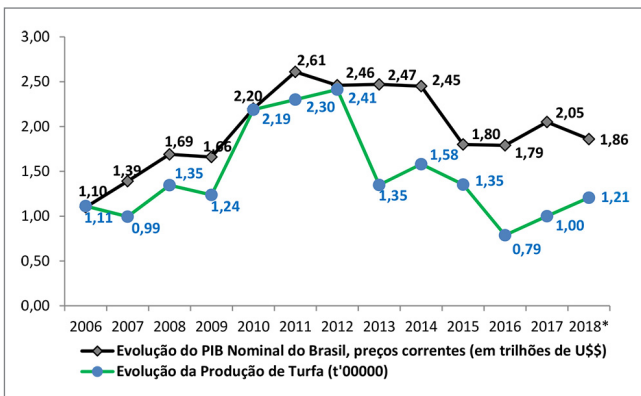
No que toca a evolução do PIB da economia brasileira, de acordo com a Figura 56, houve crescimento no período de 2006 até 2011, com uma leve estagnação em 2009, influenciada pela crise imobiliária nos Estados Unidos em 2008 (UNIVERSO ONLINE SA, 2016). De 2012 até 2016 o PIB brasileiro sofreu queda considerável, resultando numa forte recessão técnica entre 2015 e 2016. Entre o segundo trimestre de 2014 e o quarto trimestre de 2016 foram onze trimestres de quedas praticamente contínuas do Produto Interno Bruto, na mais longa recessão no Brasil desde 1992, com o mercado de turfa, de modo geral, acompanhando essa tendência. Apenas no primeiro trimestre de 2017 o Brasil voltou a registrar uma alta no Produto Interno Bruto (PIB), o que tecnicamente significou a saída do país da pior recessão de sua história, mesmo que de forma lenta, conforme mostra o gráfico da Figura 57. No entanto, só em outubro de 2017 é que o CODACE (Comitê de Datação de Ciclos Econômicos) identificou o fim do período de retração e que o país iniciava a lenta recuperação de sua economia (CASTRO, 2018).

Após a forte elevação do PIB no primeiro trimestre de 2017, a saída da recessão técnica da economia brasileira, iniciada a partir desse ano, foi um processo lento de recuperação, que se manteve até o início de 2019.



*valor estimado para produção de turfa em 2018.

Figura 55 - Evolução da produção de turfa bruta consumida no Brasil entre 2006 e 2018 (Elaboração: Gustavo Alexandre Silva).



*valor estimado para produção de turfa em 2018.

Figura 56 - Evolução da produção de turfa bruta consumida e do PIB nominal do Brasil entre 2006 e 2018 (Elaboração: Gustavo Alexandre Silva).

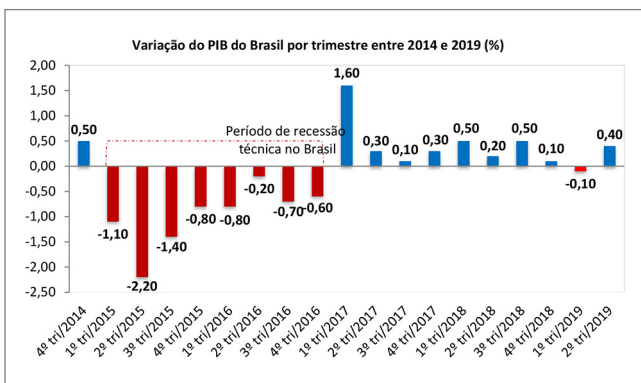


Figura 57 - Variação trimestral do PIB do Brasil, entre o 4º trimestre de 2014 e 2º trimestre de 2019 (modificado de VIECELLI, 2019; Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2019).

Nesse último ano, o lento caminho com as reformas estruturais (reforma da previdência, tributárias, etc.), as tensões comerciais entre os Estados Unidos e a China e o receio de uma recessão global, foram fatores citados como responsáveis pela manutenção do estágio de “inércia econômica” do país.

Com base nos baixos índices de crescimento do PIB, que apresentou oscilação negativa de 0,1% no primeiro

trimestre de 2019 e recuperação de apenas 0,4 % no trimestre seguinte (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2019), os especialistas de mercado, diante de um cenário futuro de incertezas para a economia brasileira, revisaram para baixo as projeções de crescimento do PIB brasileiro (VIECELLI, 2019).

A frustração nas expectativas pode ser dimensionada, em parte, pelos dados do Relatório Focus do Banco Central do Brasil (2018), que, na sua edição de 14 de dezembro de 2018, projetava alta do PIB de 2,55% ao final de 2019, 2,20% ao final de 2020 e 2,50% ao final de 2021 e 2022. Na edição do relatório de 16 de agosto 2019, a estimativa de crescimento do PIB em 2019, entretanto, foi reduzida para 0,83%, permanecendo inalteradas as previsões para os anos de 2020, 2021 e 2022, que ainda sinalizava otimismo com a retomada do crescimento da economia para os anos 2020, 2021 e 2022. A previsão desse relatório também mostrava ao final de 2019 a redução da taxa básica de juros da economia no Brasil (Selic) para 5% ao ano. Segundo previsões do relatório, a estimativa da Selic ao final de 2020 seria de 5,5% ao ano e para 2021 e 2022, 7% ao ano. Com base nos dados disponíveis em 2019, a visão dos especialistas de mercado (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2019) era de uma recuperação econômica do Brasil de forma lenta, mas com perspectivas de crescimento resiliente e duradoura. Setores da economia que tradicionalmente demoram a se recuperar, já mostravam evidentes sinais de recuperação, como por exemplo, a indústria da construção civil.

Em relação a turfa, o que se observa com os dados históricos da produção bruta nacional era que o setor começa a apresentar sinais de recuperação em sintonia com o crescimento da economia do país, como se observa na Figura 55. Movimentos considerados potenciais para alavancar o consumo da substância incluem a possibilidade de uso como combustível alternativo, principalmente nas regiões do Brasil onde não há reservas de carvão e nem infraestrutura competitiva para o gás natural, particularmente em áreas com escassez de matéria vegetal que poderiam ser utilizada como lenha na alimentação de fornos industriais. Nessa mesma linha, podem ser também considerados potenciais impulsionadores do aumento de sua demanda o consumo crescente e contínuo da turfa para fins industriais, notadamente nos segmentos das bebidas alcoólicas, tratamento de água e aplicações hortícolas e agrícolas, com esta última finalidade apresentando dinamismo atrelado ao desenvolvimento tecnológico focado na geração de uma gama de novos produtos a partir da turfa.

Tendo em vista o exposto, no âmbito nacional e internacional, e considerando a análise e avaliação dos dados sobre a série histórica da produção de turfa bruta

no Brasil, concatenado à realização de testes em diversos modelos de previsões e extrapolações, constatou-se como sendo o índice mais adequado na aferição dos negócios da turfa a Taxa Composta Anual de Crescimento – CAGR (*Compound Annual Growth Rate*). A CAGR é uma medida bastante utilizada em análises de investimentos, crescimento de mercado, valorização financeira, retorno sobre investimentos, que está sempre presente nos relatórios financeiros de grandes instituições.

Assim, como metodologia para projeções da produção consumida de turfa bruta Brasil, foi utilizada a CAGR, de acordo com a hipótese de confirmação de três possíveis cenários de mercado para o setor produtivo de turfa, tendo como referência o período de 2019 a 2026. Esses três cenários com projeções do mercado, cuja evolução é mostrada no gráfico da Figura 58, estão caracterizados da seguinte forma:

- **Cenário 1 (frágil)**: neste cenário é considerada uma possível reversão dos atuais condicionamentos sociopolíticos e a desestabilização do atual contexto fiscal e monetário. Nesta ótica, o país deverá regredir no processo de estabilização de sua economia, em conjunto com retrocessos no plano externo, com deterioração do atual contexto de integração competitiva no que concerne à economia internacional. As projeções para este cenário consideram

uma CAGR de 0,68% ao ano até 2026, com base no histórico de produção nacional turfa bruta, que no período de 2006-2018, apresentou uma taxa CAGR de 0,68% ao ano;

- **Cenário 2 (Vigoroso)**: este cenário supõe a manutenção e o aperfeiçoamento das atuais condições de estabilidade e de aprofundamento das reformas tanto políticas quanto institucionais, em especial na gestão pública (reforma administrativa), fiscal (reforma tributária), e da previdência social (reforma previdenciária), além do que contempla também melhorias com base em concessões de serviços de infraestrutura, tais como o saneamento básico, energia, portos e transporte rodoviário, fluvial e marítimo. Neste sentido, as projeções para esse cenário consideram uma CAGR de 13% ao ano até 2026, com base no crescimento apresentado pelo histórico de produção nacional de turfa bruta no período de 2006-2012, anterior ao período de retração do setor de turfa, que teve uma taxa CAGR de 13 % ao ano;

- **Cenário 3 (Inovador)**: este cenário supõe um desenvolvimento mais virtuoso, no qual, além do aperfeiçoamento da estabilização e do aprofundamento das reformas institucionais, o país experimentaria uma vigorosa mobilização nacional pela inovação do setor produtivo agrícola, contando com ampla participação de instituições públicas e das entidades não governamentais e das empresas, além da sociedade em geral envolvida, como a do setor produtivo de turfa. Neste caso, é admitido que este processo de mobilização seja focado nos planos e programas direcionados para geração e difusão de informação e conhecimento e aprendizado, de forma abrangente, estimulando projetos específicos de pesquisa, desenvolvimento e inovação. Neste contexto, as projeções para esse cenário consideram uma CAGR de 15,7 % ao ano, até 2026, com base no crescimento do setor no mundo, indicador de acordo com as projeções do Research and Markets (2018), conforme anteriormente destacado.

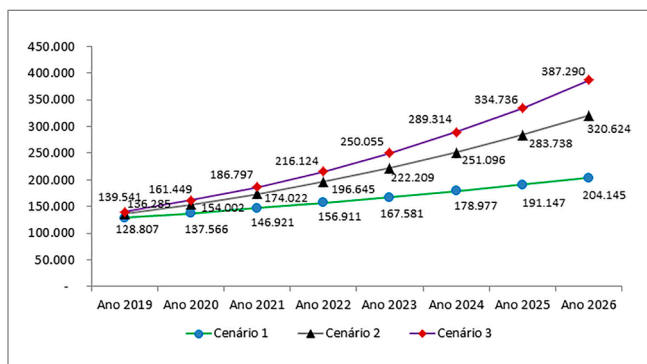


Figura 58 - Crescimento da produção consumida de turfa bruta no Cenário 1 (frágil), Cenário 2 (Vigoroso) e Cenário 3 (Inovador) (Elaboração: Gustavo Alexandre Silva).

14. DIAGNOSTICO SOCIOAMBIENTAL

É apresentada de forma sucinta uma caracterização socioambiental preliminar da região do entorno das áreas de pesquisa para turfa. Essa caracterização identifica potenciais situações limitantes para o desenvolvimento das atividades de exploração deste recurso, que podem ser consideradas pelos órgãos ambientais para tomadas de decisões sobre o deferimento de um empreendimento mineiro.

Para a execução do trabalho foi utilizada metodologia semelhante às dos demais estudos de áreas de direito minerário do SGM-CPRM, com consultas dos relatórios desenvolvidos pelos projetos de pesquisa históricos para verificar as características fisiográficas das áreas de entorno dos depósitos, obtenção de informações junto aos órgãos públicos relacionados aos temas do meio ambiente e de controle de áreas protegidas ou de uso restrito, como o ICMBio, IBAMA, MMA, ANA, INCRA e FUNAI, assim como o levantamento da legislação correlata, que regula o uso e ocupação do solo e a política ambiental relativa às esferas federal, estadual e municipal.

Na composição do diagnóstico ambiental consideraram-se as áreas de pesquisa registradas no DNPM (ANM) como áreas de enfoque para aspectos dos meios físico e biótico (área de influência direta para possível empreendimento de exploração mineral) e do entorno da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe na região da sua foz no oceano Atlântico. Para os aspectos socioeconômicos, a abordagem envolveu dados relativos aos municípios sergipanos de Santo Amaro das Brotas e Barra dos Coqueiros, onde estão inseridas as áreas com os ativos minerários, assim como do município de Aracaju, que compõe uma região densamente povoada às margens do Rio Sergipe, imediatamente a sudoeste das áreas de pesquisa para turfa (FIGURA 58). Alguns aspectos ambientais foram abordados a partir de informações externas às áreas indicadas, por ausência de dados mais próximos.

Sem prejuízo para os propósitos descritos, a metodologia adotada neste levantamento não deve em hipótese alguma ser confundida ou equiparada àquelas adotadas para os estudos ambientais necessários para a obtenção das licenças ambientais, que são mais abrangentes e vinculadas a diversas fases de um empreendimento mineiro.

14.1. ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS

A princípio, os dados socioeconômicos seriam relativos apenas aos dois municípios impactados diretamente

pela exploração das turfeiras, Barra dos Coqueiros e Santo Amaro das Brotas, com potenciais reflexos negativos sobre dois importantes afluentes pela margem esquerda do rio Sergipe que drenam suas áreas e atravessam a área do Projeto, os rios Pomonga e Parnamirim. Considerando, entretanto, a localização da foz desses dois rios no rio Sergipe, imediatamente a jusante dos depósitos e adjacentes a zona urbana da capital Aracaju, este município também foi incluído na avaliação do perfil socioeconômico.

Conforme dados da SEPLANTEC (2002), 26 municípios sergipanos estão na abrangência da bacia do Rio Sergipe, totalizando uma população de 1.126.751 habitantes, dos quais 70% concentrada nas áreas urbanas dos municípios, o que equivale a 789.768 habitantes. Daquele total, 50,1% corresponde a população da capital Aracaju, que é totalmente urbana, 2,2% a Barra dos Coqueiros e 1% a Santo Amaro das Brotas.

Quanto a oito indicadores: IDHM, índice de renda, longevidade e educação, Gini, PIB per capita, percentual da população ocupada e cobertura de domicílios com esgotamento sanitário adequado, eles são apresentados a seguir para os três municípios,

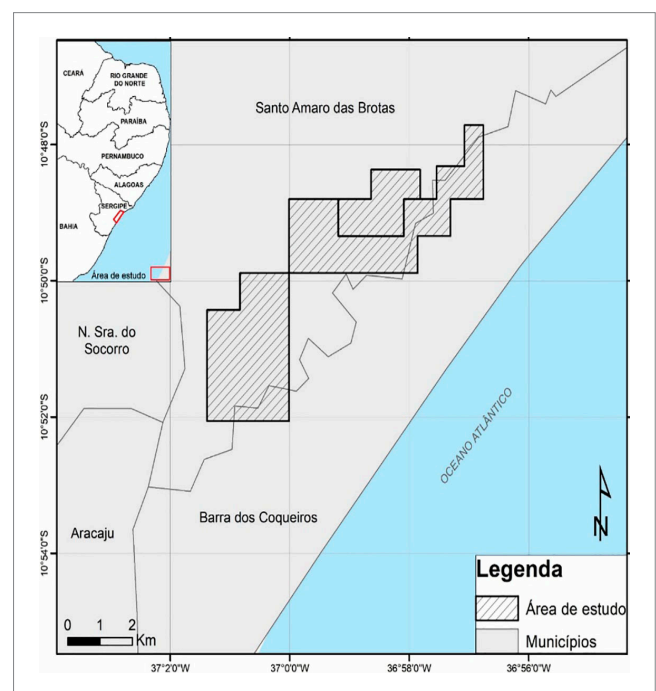


Figura 59 - Limites municipais no âmbito dos depósitos e localização das áreas de pesquisa da CPRM (Elaboração: David Souza)

tendo como fontes o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2020) e o Atlas do Desenvolvimento Humano do Brasil (2003).

Aracaju, capital do estado, de acordo com o censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística de 2010, possuía uma população estimada de 571.149 habitantes e percentual de 35,9% de mão de obra ocupada, segundo dados de 2018. O PIB *per capita* do município neste ano foi R\$26.622,38, enquanto o IDHM, o maior do Estado, foi calculado em 0,770 em 2010, que é considerado alto. IDH de renda, longevidade e educação, de acordo com dados de 2010, apresentaram valores respectivos de 0,784, 0,823 e 0,708.

Barra dos Coqueiros teve população contabilizada de 24.976 habitantes, conforme censo de 2010, com números relativos ao IDHM, de renda, de longevidade e de educação, em 2010, de 0,649, 0,776, 0,647 e 0,545, respectivamente. O PIB *per capita* do município em 2018 foi de R\$16.438,72, com apenas 13,2% de mão de obra ocupada. Santo Amaro de Brotas, por sua vez, com população calculada em 11.410 habitantes (INSTITUTO BRADILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2020), tem valores respectivos do IDHM e dos índices de renda, de longevidade e de educação, de 0,637, 0,778, 0,613 e 0,543. Seu PIB *per capita* foi o menor entre os três municípios avaliados, com valor de R\$10.468,29, e indicador de mão de obra ocupada ainda menor que Barra dos Coqueiros, ou seja, de apenas 6,3%. Conforme escala do IDHM, esses dois municípios apresentam médio desenvolvimento humano.

Em relação ao coeficiente Gini, que varia de zero a um e quanto maior pior a desigualdade social, os dados mais recentes disponibilizados pelo do Atlas do Desenvolvimento Humano do Brasil (2003), mostram índices, respectivos, para os municípios de Aracaju, Barra dos Coqueiros e Santo Amaro das Brotas de 0,47, 0,42 e 0,41. Portanto, todos os municípios ocupando uma posição mediana na escala desse coeficiente, mas ainda longe dos indicadores de cidades socialmente mais igualitárias.

Dados de 2010 relativos ao esgotamento sanitário adequado para os municípios em pauta, mostram que as cidades de Aracaju e Barra dos Coqueiros são as melhores atendidas pelo serviço, com índices respectivos por domicílio atendido de 87,2% e 64,5%, enquanto o saneamento básico praticamente inexistente no município de Santo Amaro das Brotas, que tem apenas 7,4% de seus domicílios com coleta e tratamento de esgotos.

Na tabela 31 todos os indicadores abordados podem ser visualizados de forma sumarizada.

14.2. RECURSOS HÍDRICOS, VEGETAÇÃO E USO DO SOLO

As áreas de pesquisa estão posicionadas entre os rios Rio Parnamirim e Pomonga, dois dos principais afluentes da margem esquerda do Rio Sergipe, já próximas à sua foz no oceano atlântico, totalmente inseridas em um domínio de coberturas detríticas associada a grande planície costeira que ocorre ao longo do litoral sergipano, que são ambientes naturais para armazenamento de volumes expressivos de águas subterrâneas. Esse potencial é ratificado pela presença de dezenas de poços tubulares para extração de água, com profundidades principalmente entre 10 m e 60 m, onde são registradas vazões da ordem de 3.000 a quase 30 mil litros de água por hora (COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS, 2002).

As chuvas são a principal fonte de recarga direta desses reservatórios, que também são alimentados por dezenas de riachos que drenam a região, notadamente daqueles provenientes de terrenos ligados ao relevo de tabuleiros dissecados formados por sedimentos terciários do Grupo Barreiras, mesmo após cessar o período das chuvas (OLIVEIRA *et al.*, 2007).

A composição florística na região dos depósitos é majoritariamente formada por vegetação natural em estágio inicial a médio de recuperação, compondo um cinturão de vegetação pioneira de

Tabela 31 - Indicadores socioeconômicos dos municípios de Aracaju, Barra dos Coqueiros e Santo Amaro das Brotas (Fontes: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2020 e Atlas do Desenvolvimento Humano do Brasil, 2003).

MUNICÍPIO	IDHM	RENDA	LONGEVIDADE	EDUCAÇÃO	ÍNDICE GINI (2003)	PIB PER CAPTA (2018) (R\$)	MÃO DE OBRA OCUPADA (2018) (%)	DOMICÍLIOS COM REDE DE ESGOTO ADEQUADA (2010) (%)
ARACAJU	0,770	0,784	0,853	0,708	0,47	26.622,38	35,9	87,2
BARRA DOS COQUEIROS	0,649	0,776	0,647	0,545	0,42	16.438,72	13,2	64,5
SANTO AMARO DAS BROTAS	0,637	0,778	0,613	0,543	0,41	10.468,29	6,3	7,4

influência marinha e fluviomarinha arbórea, pertencentes ao bioma Mata Atlântica, que, de acordo com Araújo (2009), é composto por três ecossistemas principais: praias e dunas, manguezais e restingas.

As zonas de praias e dunas se desenvolvem em solos areno-quartzosos marinhos e são constituídas de vegetação herbácea onde a brisa marinha impede o desenvolvimento dos arbustos e árvores. Ela acompanha toda faixa litorânea do município de Barra dos Coqueiros, constituindo um fixador das areias das dunas móveis. Antes de sua fixação, essa vegetação pode ser encoberta pelas dunas levadas pelo vento, que se renova, reconquistando e cobrindo o solo nu. Entre as espécies, destacam-se salsa-da-praia (*Ipomoea pescaprae*), o bredo da praia (*irenise portulacoides*), e feijão da praia (*canavalia maritima*).

Nos manguezais, classificado como Floresta Paludosa Marítima (CONDESE/SUDENE 1976 *apud* ARAÚJO, 2009), predomina o bosque tipo ribeirinho com desenvolvimento das espécies *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans*, *Avicennia schaueriana* e *Conocarpus erectus*.

Ao longo das margens estuarinas dos rios Pomonga e Parnamirim, a partir de onde se estende a intrusão salina, os manguezais chegam a atingir 30km foz acima, diminuindo gradativamente de porte até desaparecerem. Nas imediações da desembocadura dos estuários domina a espécie *Rhizophora mangle* e em sua porção superior as espécies *Laguncularia racemosa* e *Avicennia germinans* e *shaueriana*. Internamente, nos setores de maior salinidade, registra-se a ocorrência do gênero *Avicennia*, e nos aportes de água doce, o mangue branco (*Laguncularia racemosa*). Nos canais de maré, inundados periodicamente, e nas ilhotas localizadas nos rios Sergipe e Pomonga suas margens são colonizadas pela vegetação de mangue do gênero *Rhizophora mangle* que se mistura bosque adentro com o gênero *Avicennia*. O mangue de botão (*Conocarpus erectus*) restringe-se a poucos indivíduos, devido, sobretudo, ao processo de antropização das áreas de apicum (zonas de solo geralmente arenoso, ensolaradas, com elevada salinidade, desprovida de cobertura vegetal ou abrigando vegetação herbácea).

A vegetação de restinga é uma associação perenifólia, pouco densa, cujas árvores se diversificam quanto à espécie e altura. Na planície costeira essa vegetação recobre as áreas ocupadas pelos terraços marinhos, cordões litorâneos, dunas e até mesmo as planícies fluviomarinhas que contém elevada participação de areia. Dissemina-se, portanto, sobre os solos espodossolo e neossolo quartzarênico. De acordo com a maior ou menor presença de matéria orgânica nesses solos, algumas espécies avançam para os terrenos limitados com a praia. Dentre as espécies comuns existentes foram detectadas a predominância de angelim (*Anidira humilis*), pindaíba (*Xylopi brasiliense*), cajueiro (*Anacardium*

occidentale), murici (*Byrsonima sp.*), maçaranduba (*Manilkara solzmanni*), piaçava (*Atallia sp.*), mangabeira (*Hancornia speciosa*), jenipapo (*Genipa americana*), mangueira (*Mangifera indica*), bananeira (*Musa sp.*), goiabeira (*Psidium gnofava*), cabeça de frade (*Melacactus bahiensis*), faxeiro (*Cereus fernambrecensis*), louro babosa (*Ocotea gardnerii*) oitizeiro da praia (*Moquileia tomentosa*), aroeira da praia (*Schinus terebinthifolius*), biribeira (*Eschweilera ovata*), pitombeira (*Talisia esculenta*), palmeira oroba (*Cocos schyzo-philla*), ouricurizeiro (*Syagros coronata*), araçazeiro (*Psidium spp.*) e amescla (*Protium heptaphyllum*). As árvores apresentam altura em torno de 15 metros e geralmente possuem troncos finos com copas largas e irregulares. É uma floresta clara. À medida que esse porte vegetacional se distancia da praia, a intensidade da brisa marinha diminui, permitindo, assim, o desenvolvimento de árvores.

Conforme reconhecimento *in loco* realizado nas das áreas dos processos de pesquisa e nas do seu entorno, foi possível constatar influência antrópica, com a presença de um pequeno vilarejo nas suas proximidades e sítios localizados adjacentes e internamente a algumas ocorrências de turfa com atividades agrícolas de pequeno porte, aparentemente de subsistência. Pode-se observar ainda a presença de tanques de carcinicultura em locais fronteiriços ou mesmo dentro das áreas de processo, além de áreas utilizadas para pastoreio de gado.

14.3. ESPAÇOS TERRITORIAIS PROTEGIDOS OU DE USO RESTRITO

Não existem interseções entre as áreas de pesquisa com unidades de conservação federais, projetos de assentamentos ou terra indígena. Entretanto, as áreas são entrecortadas por trecho de dois importantes afluentes do Rio Sergipe, os rios Parnamirim e Pomonga, salientando que o Código Florestal preserva as margens dos cursos d'água perenes na forma de APP.

O conceito de APP legalmente definido no atual Código Florestal - Lei 12.651, BRASIL (2012), no Art. 3º, inciso II, diz que:

Área de Preservação Permanente (APP) é uma área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas;

Por esta definição, entende-se que essa proteção atinge diretamente as áreas de pesquisa e, se esta área vier a sofrer algum tipo de impacto ambiental negativo na vegetação, ela continua sendo APP.

Segundo o novo Código Florestal (Lei 12.651, de 25 de maio de 2012 e Medida Provisória 571, de 28 de maio de 2012) na área das poligonais da CPRM são identificadas a presença das seguintes APPs:

Vereda: a fitofisionomia de savana, encontrada em solos hidromórficos, usualmente com a palmeira arbórea *Mauritia flexuosa* – buriti emergente, sem formar dossel, em meio a agrupamentos de espécies arbustivo-herbáceas.

Sobre ela, o Art 4º, inciso XI, estabelece: “em veredas deve ser respeitada a faixa marginal, em projeção horizontal, com largura mínima de 50 (cinquenta) metros, a partir do limite do espaço brejoso e encharcado”.

Restinga: resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (2002) define restinga como depósito arenoso paralelo à linha da costa, de forma geralmente alongada, produzido por processos de sedimentação, onde se encontram diferentes comunidades que recebem influência marinha, com cobertura vegetal em mosaico, encontrada em praias, cordões arenosos, dunas e depressões, apresentando, de acordo com o estágio sucessional, estrato herbáceo, arbustivo e arbóreo, este último mais interiorizado.

Sobre essa APP, o Art 4º, inciso VI, estabelece: “as restingas como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues”.

Cursos d’água naturais: faixas marginais de qualquer curso d’água natural, desde a borda da calha do leito regular.

Esta APP, que preserva as margens dos cursos d’água perenes, é regulamentada pelo Art.4º do Código Florestal (Lei 12.651/12), inciso I, que estabelece: “as faixas marginais de qualquer curso d’água natural, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:

- a) 30 (trinta) metros, para os cursos d’água de menos de 10 (dez) metros de largura;
- b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d’água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
- c) 100 (cem) metros, para os cursos d’água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;
- d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d’água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;
- e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d’água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros”.

Além das APPs citadas, na região do entorno das áreas de turfa também estão delimitadas unidades de conservação relativas a duas áreas de proteção ambiental, a APA do Morro do Urubu e a área de especial proteção ambiental Paisagem Natural Notável, que nada interferem com a eventual possibilidade de atividades de mineração das turfeiras.

A APA do Morro do Urubu, localizada no município de Aracaju, é uma unidade de uso sustentável, com cerca de 213 hectares, formada por terras públicas e privadas, constituindo um dos últimos testemunhos da Mata Atlântica na região. A área definida como Paisagem Natural Notável, por sua vez, constitui uma área

de especial proteção ambiental criada pelo governo do estado de Sergipe, abrangendo todo o trecho do Rio Sergipe entre os municípios de Aracaju e Barra dos Coqueiros, com uma área de 1.158,71 hectares

Como a APA Morro do Urubu e a área de proteção Paisagem Natural Notável encontram-se às margens do rio Sergipe à jusante do encontro com os rios Pomonga e Parnamirim, existe a possibilidade serem afetadas por atividades ligadas a lavra de turfa, onde o maior impacto poderia ser o comprometimento da qualidade das águas.

No tocante a Reserva da Biosfera, elas compõem a principal linha de ação do programa Homem e Biosfera – *The Man and Biosphere Programme* (MaB), da UNESCO criado em 1971 e ao qual o Brasil aderiu em 1974. Apesar de ser uma rede mundial ela está submetida apenas à legislação local e visa à preservação do meio ambiente e tornar a interação do homem com esse ambiente mais saudável possível para ambos. As áreas de pesquisa estão integralmente inseridas na denominada Reserva da Biosfera Mata Atlântica.

As Reservas da Biosfera estabelecidas são alvos de um zoneamento que delimita quais atividades podem ser exercidas a partir deste zoneamento. Em geral são três zonas: a zona núcleo, destinada à proteção da biodiversidade (UCs, Parques, estações ecológicas etc.); a zona de amortecimento ou zona tampão, situada no entorno das zona núcleo, que serve para a sua proteção e a garantia da qualidade de vida das populações que ali se estabeleceram, e que têm atividades limitadas que demandem a supressão vegetal; e, por fim, a zona de transição. Esta última área não compõe a reserva, mas é onde se deve atentar, prioritariamente, no desenvolvimento de atividades de recuperação de áreas por ventura degradadas, assim como sua utilização para outros usos sustentáveis. Não dispõe de um instrumento legal de proteção específico.

14.4. IMPACTOS POTENCIAIS

A extração e o beneficiamento da turfa, como é esperado na lavra de qualquer recurso mineral, tem seus aspectos positivos e negativos para uma região, sendo os impactos positivos retratados na geração de empregos, diretos e indiretos, aumento da demanda por bens e serviços, bem como aumento da arrecadação tributária. Os impactos negativos relacionam-se a alterações do meio-físico, havendo a necessidade de ações mitigadoras para potenciais danos ambientais. Para fins de avaliação de potenciais impactos ambientais negativos, considera-se a extração de turfa em grande escala desenvolvida em três fases distintas: o pré-desenvolvimento, a fase operacional e a fase de uso final do solo.

A fase de pré-desenvolvimento, ou seja, o preparo da área para a lavra da substância, envolve sua drenagem

por meio da abertura de canais para escoamento de águas, visando o rebaixamento do nível freático. No meio biótico, esta ação pode provocar a redução da biodiversidade do ecossistema natural dos brejos e veredas, com a morte de espécies vegetais e de microfauna adaptada às condições de saturação do solo na maior parte do ano. Estas áreas, originalmente atrativas a aves e outros animais silvestres, passam a não ter mais as condições ideais para essa fauna, provocando o seu afastamento.

Outro aspecto diz respeito a quantidade e a qualidade das águas superficiais e subsuperficiais. O rebaixamento do freático provocado pelos drenos pode produzir um cone de depressão no lençol nos terrenos adjacentes, assim como a subsidência das camadas superficiais da turfeira (sobretudo na porção fibrosa). No caso da compactação das turfas, isso diminuiria sensivelmente sua porosidade, fazendo com que as áreas úmidas na sua esfera percam a capacidade natural de reguladores hidrológicos, que é a de reter água nos períodos chuvosos e liberá-la gradualmente aos cursos hídricos em época de seca.

Um relatório técnico da Agência de Proteção Ambiental dos EUA (UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 1981) retrata que as águas em contato com as turfeiras possuem grande quantidade de substâncias húmicas dissolvidas, fósforo e nitrogênio. A drenagem dessas águas provocaria rápido incremento dessas substâncias nos corpos hídricos receptores, acarretando em alterações negativas na qualidade de suas águas, como a redução do pH e a eutrofização. Em condições litorâneas, como é o caso das áreas de pesquisa, Andriess (1984 *apud* PEREIRA *et al.*, 2005) aponta que organossolos e turfeiras formadas em planícies marinhas podem conter horizontes com elevados teores de sais e sulfetos, tais como os organossolos tiomórficos. Tais organossolos apresentam condições naturais hidromórficas e sulfato redutor, favorecendo a formação de minerais sulfídricos, como a pirita (PRADA-GAMERO *et al.*, 2004 *apud* PEREIRA *et al.* 2005). Quando a água é drenada, o ambiente redutor dá lugar a condições oxidantes, provocando a elevação das concentrações de sulfatos e de ferro e a redução de pH no local de drenagem.

A fase operacional está associada à exploração do minério propriamente dita. Há três aspectos principais a serem considerados nesta fase em relação aos potenciais impactos negativos.

O primeiro é o agravamento da redução do papel das áreas úmidas de reguladores hidrológicos, redução esta já iniciada na fase anterior. Sem a vegetação natural e com a porosidade reduzida pela drenagem dos brejos e veredas, espera-se o aumento do *runoff* (escoamento) nas áreas de lavra, com a deflagração de processos erosivos e assoreamento de drenagens à jusante.

O segundo potencial impacto negativo diz respeito a qualidade do ar. Com a secagem da turfa, partículas

são facilmente colocadas em suspensão pelo vento ou pela movimentação do maquinário. As fontes de geração de poeira oriunda da turfa seca podem estar na área de lavra e nos locais de armazenamento. O volume de material transportado pelo vento pode ser substancial, sendo estimado em até 15% da quantidade total de turfa extraída, podendo atingir áreas localizadas a quilômetros de distância da mina, conforme as condições meteorológicas. A redução da qualidade do ar também pode ser decorrente pela emissão de gases poluentes provenientes do maquinário utilizado nas operações de lavra.

O terceiro aspecto é o agravamento do impacto negativo sobre a vegetação e a fauna, uma vez que a drenagem e a lavra da turfa eliminam porções de brejos e veredas, inclusive com efeitos negativos diretos sobre áreas adjacentes pela formação de cone de depressão no lençol freático e emissão de gases e poeiras. O resultado é fragmentação e perda de qualidade do ecossistema adaptado às áreas úmidas.

O uso final do solo, a última fase, refere-se ao uso da área após a conclusão das operações de lavra da turfa. O resultado final da exploração de uma turfeira pelo processo de turfa moída é uma área plana, extensa e cortada por canais de drenagem. Em geral é deixada sobre o solo inorgânico uma camada de 10 a 50 cm de espessura de material orgânico, a fim de que seja praticável o desenvolvimento da área para algum tipo de atividade que usualmente pode ser bem-sucedida dada a boa fertilidade do solo resultante. Podemos tomar como exemplos o uso agrícola, plantio de árvores nativas ou silvicultura.

Grande parte dos impactos ambientais negativos anteriormente citados pode ser mitigada a partir de um bom planejamento das diversas fases do empreendimento - implantação, operação e fechamento da mina - que considere o contexto ambiental, especialmente quanto à água e a vegetação nativa, na definição de parâmetros operacionais. É considerada fundamental a implantação de alguns programas, tais como:

- Programa de gestão e controle ambiental;
- Programa de qualidade das águas de processo e efluentes;
- Programa de controle de emissões atmosféricas;
- Programa de preservação e conservação ambiental de áreas circunvizinhas à mina;
- Programa de recuperação de áreas degradadas e mineradas;
- Programa de gestão de resíduos industriais;
- Programa de redução de consumo de água, energia e combustíveis;
- Programa de sinalização de vias.

Esses programas e outros, que se fizerem necessários, devem ser discutidos e geridos junto com a comunidade.

Apesar das áreas estarem situadas em locais com densidade demográfica relativamente reduzida, o impacto visual causado pela extração mineral a céu aberto merece atenção, não propriamente pelos danos ao meio ambiente e ao homem, mas pela imagem negativa que gera nas comunidades e instituições. É importante que o projeto ambiental considere a minimização desse fator.

Com relação aos impactos positivos previstos com a implantação de um empreendimento mineral, como supracitados, também devem ser previstos programas, de cunho social, envolvendo a comunidade positivamente com a mineração. Os programas sociais devem objetivar a capacitação da comunidade, de modo que esta seja preparada para se beneficiar das mudanças advindas da implantação da mineração e da decorrente paralisação das atividades, quando do esgotamento da jazida.

É importante salientar que as turfeiras por estarem geneticamente ligadas às áreas úmidas, que inclui

as veredas e brejos, assumem importância de áreas de preservação em si mesmas. O relatório técnico da Agência de Proteção Ambiental dos EUA (UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 1981) elenca alguns dos principais benefícios ambientais atreladas as turfeiras:

- Atenuação dos picos de descarga hidrológica e, portanto, reduzindo o potencial para inundações nos cursos d'água à jusante;
- Purificação das águas por filtração de sedimentos em suspensão e adsorção de nutrientes e metais pesados;
- Importância crítica para a sobrevivência de vegetais e fauna adaptada as condições de solos saturados;
- Constituem corredores ecológicos para a fauna;
- São habitats próprios para a reprodução de determinadas espécies da fauna;
- Possuem importância estética, educacional e científica.

15. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os trabalhos de pesquisas de turfa arrolados pelo presente Projeto, como os demais desenvolvidos pelo SGB-CPRM em várias partes do Brasil, tiveram seu início com a crise do petróleo na década de 1970, que impactou de forma bastante negativa a economia do país, que, até então, era bastante dependente de importações maciças de hidrocarbonetos. Tinha como objetivo inserir as turfás na matriz energética brasileira e assim buscar uma nova alternativa para o setor, em conformidade com o Plano de Mobilização Energética (PME) criado pelo governo federal.

A reavaliação dos depósitos de turfa da faixa costeira de Sergipe, em bases mais realistas, calcadas em tecnologias mais modernas, obteve novos números relativos aos recursos em cada um dos processos minerários, assim como de seus teores médios estimados.

De acordo com os estudos realizados, a soma de todos os recursos atingiu o valor de quase 57 mil toneladas de turfa seca, com um teor médio de poder calorífico de 3.044 kcal/g, 13,55% de cinzas e com densidade média (*Dry Bulk Density*) de 0,072 (Tabela 24, subitem 11.8). Uma massa relativamente pequena, mas que pode ter uma aplicabilidade específica que venha a atender as demandas da região.

Deve ser considerada na avaliação quanto ao aproveitamento dos depósitos de turfa, sua localização privilegiada, adjacentes aos potenciais centros consumidores e a excelente infraestrutura da região. Acrescente a criação de oportunidades de trabalho (diretos e indiretos), aumento de renda e da arrecadação tributária, para uma região com IDH relativamente baixo e elevada ociosidade de mão de obra.

É importante ainda complementar, que ao norte das turfeiras estudadas, por quase 70 km, ao longo da costa sergipana, ocorrem dezena de depósitos de turfa ainda carentes de estudos de maior detalhe, que acrescentariam, em muito, a disponibilidade dos recursos da substância.

A questão socioambiental das áreas de pesquisa, inseridas em dois municípios do estado de Sergipe (Barra dos Coqueiros e Santo Amaro de Brotas) com relação muito singular com a capital do Estado, Aracaju, é um tema que requer uma reflexão mais apurada. A presença humana, existência de dois dos principais afluentes da margem esquerda do Rio Sergipe e a delimitação de áreas de proteção permanente fazem parte da realidade da região em estudo, cujos aspectos estão melhor explicitados em capítulo específico desse relatório.

Atualmente, há um amplo leque de alternativas de aplicação da turfa que não apenas como fonte de energia, que perdeu espaço na composição da matriz energética com a descoberta de grandes reservas de hidrocarbonetos no país. Com sua retração como alternativa no mercado energético, vislumbrou-se um aumento significativo no aproveitamento econômico da turfa em outros setores mercadológicos, naturalmente mais afins às suas qualidades. Estudos atuais sobre as possibilidades de uso da turfa têm sido direcionados, principalmente, para a agricultura e países como Canadá, Alemanha e Estados Unidos têm um elevado número de publicações científicas nesta linha. Inicialmente, os estudos da turfa somente indicavam seu uso como fonte energética para aquecimento, uso industrial ou para fornalhas de trens.

No Brasil, a turfa tem sido utilizada para outros fins, como condicionador de solo, biofertilizantes e para uso como substrato de mudas, existindo, entretanto, ainda a sua possibilidade como fonte energética em regiões desprovidas de infraestrutura para o gás natural e sem recursos de carvão, que seriam seus maiores concorrentes. Deve-se considerar que os custos de aproveitamento da turfa são bem mais reduzidos, sem necessidade da implantação de grandes e caras estruturas de produção.

Relatos científicos citam que, de acordo com as características da turfa, é possível, com tratamentos adequados, transformar a turfa em diversos outros produtos, tais como: gases combustíveis, coque, alcatrão, ceras industriais, carvão ativado, asfalto, álcool, parafinas, óleos, lubrificantes e fertilizantes organominerais. T tamanha capacidade de transformação fez com que a turfa passasse a ser objeto de estudos dos mais variados ramos da ciência (engenharia civil, química, medicina, biologia e agricultura, entre outros).

Nesse sentido, cabe ainda acrescentar seu crescimento como insumo no segmento das bebidas alcoólicas onde vapores da queima da turfa são utilizados na secagem da cevada e do malte, assim como na indústria têxtil para obtenção de fibras, utilizadas em algodão e papel, na construção civil como material de isolamento, no tratamento e purificação de águas, assim como sua utilização como filtro e material absorvente para remoção de derramamento de óleo e na descontaminação de metais pesados e cargas microbianas em efluentes.

Diante do cenário exposto, fica fortemente recomendada a avaliação quanto a exploração deste bem mineral de forma mais profunda e de seus impactos socioambientais, em relação as comunidades e as áreas de proteção ambiental que estão situadas na influência

das turfeiras. Sugere-se, também, o estudo de caracterização tecnológica deste bem mineral através de uma coleta sistemática de amostras deste depósito e posterior encaminhamento a centro especializado neste estudo, para melhor aquilatar suas possibilidades de uso.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (Brasil). **Informações Geográficas do Setor Elétrico - Sigel**. Brasília: ANEEL, 2020. Disponível em: <https://sigel.aneel.gov.br/down/>. Acesso em 20 de abril de 2019.
- AGUIAR, S. **Fontes energéticas brasileiras – inventário/ tecnologia**: Turfa. Rio de Janeiro: CHESF, 1987. v. I e II.
- ARAUJO, Hélio Mário de. **Cobertura vegetal, uso do solo e ocupação da terra na bacia costeira do rio Sergipe**. 2009. Disponível em: <http://observatorio.eograficoamericalatina.org.mx/egall2/Procesosambientales/Impactoambiental/19.pdf>. Acesso em: 20 de abril de 2019.
- ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO DO BRASIL - ADHB. **Ranking**. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br>. Acesso em 5 de abril de 2019.
- BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Focus - Relatório de Mercado**: relatório Focus - 14/12/2018. Brasília, 2018. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/publicacoes/focus/14122018>. Acesso em 21 de agosto de 2019.
- BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Focus - Relatório de Mercado**: relatório Focus - 16/08/2019. Brasília, 2019. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/publicacoes/focus/16082019>. Acesso em 21 de agosto de 2019.
- BRASIL. Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: Seção I, Brasília, 17 jul. 2000.
- BRASIL. Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: Seção I, Brasília, 28 maio 2012.
- CASTRO, J.R. Qual foi a gravidade da recessão no Brasil e qual a força da recuperação. **NexosJornalOnline**, 2018. Disponível em: <https://www.nexojornal.com.br/expresso/2018/02/06/Qual-foi-a-gravidade-da-recess%C3%A3o-no-Brasil-e-qual-a-for%C3%A7a-da-recupera%C3%A7%C3%A3o>. Acesso em 21 de agosto de 2019.
- CLIMATEMPO. **Climatologia**. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/sergipe/santo-amaro-das-brotas-42966/>. Acesso em 9 de abril de 2019.
- COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. **Projeto Turfa na Faixa Costeira Bahia-Sergipe**: Relatório de Progresso. Salvador: Convênio CPRM – DNPM, 1981. v. I e II (anexos).
- COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. **Projeto Turfa na Faixa Costeira Bahia-Sergipe**: Relatório Final – 3ª Fase. Salvador: Convênio CPRM – DNPM, 1983. v. I e II (anexos).
- COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. **Projeto Turfa na Faixa Costeira Bahia e Sergipe: relatório final. Etapa III**, Lavra Experimental Turfeira Santo Amaro das Brotas. Salvador: Convênio CPRM – DNPM, 1985a. 85p. il., apêndices, anexos.
- COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM. **Turfeira Santo Amaro das Brotas: relatório de pesquisa**. DNPM – 870.055/84 e 870.155/84. Salvador: CPRM, 1985b. 88p. il., apêndices, anexos.
- COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. **Geologia e Recursos Minerais do Estado de Sergipe**. SANTOS, Reginaldo Alves dos; MARTINS, Adriano A.M.; NEVES, João Pedreira das; LEAL, Rômulo Alves (Orgs.). Texto Explicativo do Mapa Geológico do Estado de Sergipe. Brasília: CPRM, 1998. 156 p. il. Mapa color., escala 1:250.000. Convênio CPRM – CODISE.
- COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. **Projeto Cadastro da Infra-Estrutura Hídrica do Nordeste**: Estado de Sergipe. Diagnóstico dos Municípios de Barra dos Coqueiros e Santo Amaro das Brotas. Aracaju: CPRM, 2002. il., map.
- COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. **Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil**: texto, mapas & SIG. BIZZI, Luiz Augusto; SCHOBENHAUS, Carlos; VIDOTTI, Roberta Mary; GONÇALVES, João Henrique (Orgs.). Brasília: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2003. 692 p.
- COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM. **Áreas de Relevante Interesse Mineral no Brasil – ARIM**. MATOS, Gerson Muniz Manuel de Matos; MELLO, Ivan Sérgio de Cavalcanti; GONÇALVES, João Henrique (Orgs.). Belo Horizonte: CPRM, 2009. 70 p. mapas. Il.
- CARVALHO, L. M. de; MARTINS, V. de S. (org). **Geodiversidade do Estado de Sergipe**. Aracaju: CPRM 2013. 218 p. Programa Geologia do Brasil. Levantamento da Geodiversidade.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 303, de 20 de março de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. **Diário Oficial da União**: Seção 1, Brasília, n. 90, p. 68, 13 de maio 2002. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=299>. Acesso em: 9 abr. 2019.

- D'ALGE, J.C.L. **Atualização cartográfica por imagem de satélite**: considerações teóricas e possibilidades de implementação. São José dos Campos: INPE, 1997. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/~julio/ar-quivos/consult1.pdf>. Acesso em 14 de maio 2019.
- DANTAS, Charlysson Xavier Góis. Estudo Geodinâmico e Evolução Tectono-Estrutural de Parte das Bacias de Sergipe-Alagoas (Região entre Igreja Nova – AL e Propriá – SE) no Mesozoico. 2011. 112 p. **Dissertação** (Mestrado). Universidade de Pernambuco. Recife, 2011.
- DANTAS, Túlio Vinicius Paes. Mapeamento e Caracterização Fitofisionômica da Planície Costeira do Litoral Norte do Estado de Sergipe. **Revista Brasileira de Geografia Física**. v.12, nº 3: 1171–1179. Março de 2019.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. **Coque de Turfa e suas Aplicações**. SILVA, Regina Célia Monteiro da; SCHINZEL, Walter. 1982. Centro de Tecnologia Mineral. Série Tecnologia Mineral nº 22, Seção Beneficiamento nº 16. Convênio DNPM - CPRM. Brasília, 1982. 13p. il.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL. **Sumário Mineral 2016**. Brasília: DNPM, 2018. v. 36, p. 106-107.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. **Anuário Mineral Estadual Santa Catarina**: Anos-Base 2014 a 2016. Brasília: DNPM, 2017a. Disponível em: <http://www.anm.gov.br/dnpm/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/anuario-mineral/anuario-mineral-estadual/santa-catarina/anuario-mineral-estadual-santa-catarina-2017-anos-base-2014-2015-e-2016.pdf>. Acesso em 14 de junho de 2019.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. **Anuário Mineral Estadual Minas Gerais**: Anos-Base 2010 a 2014. Brasília: DNPM, 2012b. Disponível em: <http://www.anm.gov.br/dnpm/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/anuario-mineral/anuario-mineral-estadual/minas-gerais/anuario-mineral-estadual-minas-gerais-anos-base-2010-2014>. Acesso em 26 de junho de 2019.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. **Anuário Mineral Estadual São Paulo**: Anos-Base 2014. Brasília: DNPM, 2015. Disponível em: <http://www.anm.gov.br/dnpm/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/anuario-mineral/anuario-mineral-estadual/sao-paulo/anuario-mineral-estadual-sao-paulo-2015-anos-base-2014>. Acesso em 14 de junho de 2019.
- DONAMARIA. **Solo – Turfa**: conheça os benefícios e vantagens para o seu jardim. Dicas Dona Maria, 31 jan. 2017. Blog. Disponível em: <https://dicasdonamaria.com.br/323-2/>. Acesso em 4 de julho de 2019.
- DOMINGUEZ, J.M.L.; BITTENCOURT, A.C.S.P.; MARTIN, L. Sobre a validade de utilização do termo delta para designar planícies costeiras associadas a desembocaduras dos grandes rios brasileiros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 32., 1992, Salvador. **Anais** [...]. Salvador: SBG, 1992. p.49-58.
- EXAME. Cronologia das crises mais graves desde 1929. **Exame** [on line], São Paulo, 24 jun. 2010. Disponível em: <https://exame.abril.com.br/mundo/cronologia-crises-mais-graves-1929-572924/>. Acesso em 12 de junho de 2019.
- FERNANDES, Andréia Neves. Caracterização Química e Reatividade de Substâncias Húmicas, Solos e Turfas. 2007. 127 p. **Tese** (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Química. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.
- FRANCHI, José Guilherme. Aplicação de Turfa na Recuperação de Solos Degradados. 2000. 119 p. **Dissertação** (Mestrado). Escola Politécnica. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2000.
- FRANCHI, J.G.; SÍGOLO, J.B.; LIMA; J.R.B. Turfa utilizada na recuperação ambiental de áreas mineradas: metodologia para avaliação laboratorial. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 33, n. 3, p. 255-262, set. 2003.
- FRANCHI, José Guilherme. A Utilização de Turfa como Adsorvente de Metais Pesados. O exemplo da contaminação da bacia do rio Ribeira de Iguape por chumbo e metais associados. 2004. 198 p. **Tese** (Doutorado). Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2004.
- FRANCHI, José Guilherme; SÍGOLO, Joel Barbujiari; MOTTA, José Francisco Marciano. Diagnóstico das turfas no Brasil: histórico da utilização, classificação, geologia e dados econômicos. **Revista Brasileira de Geociências**. 36 (I - Suplemento): 179-190, março de 2006.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Cidades**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em 06 abril 2020.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Resolução IBGE nº01/2015**. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. Disponível em: ftp://geoftp.ibge.gov.br/metodos_e_outros_documentos_de_referencia/normas/rpr_01_2015_sirgas2000.pdf. Acesso em 14 de maio de 2019.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapeamento Topográfico Sistemático Terrestre do Brasil**: Tema Vegetação. Escala: 1:1.000.000. Folha SC-24. Rio de Janeiro: IBGE, 2018.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **PIB varia 0,4% no 2º trimestre de 2019**. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/25298-pib-varia-0-4-no-2-trimestre-de-2019>. Acesso em 29 de agosto de 2019.
- INTERNATIONAL PEATLAND SOCIETY. **Peat as an Energy Resource/Background**. Jyväskylä, Finlândia: IPS, 2004. Disponível em: <http://www.peatland.org/peatlands-and-peat/peat-energy-resource>. Acesso em 4 de janeiro de 2019.
- INTERNATIONAL PEATLAND SOCIETY - IPS. **Peatlands**. Disponível em: <https://peatlands.org/>. Acesso em 4 de dezembro de 2019.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Estudos das possibilidades de aproveitamento de turfa no estado de São Paulo**. São Paulo, IPT, 1979. (Relatório 12.761).

iSTOCK. **PeatPhotos**. Disponível em: <https://www.istockphoto.com/br/foto/a-turfa-briquetes-gm463532699-32722748>. Acesso em 13 de novembro de 2017.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes, 1928.

MINERAÇÃO VARGINHA. **Turfa**. Disponível em: <https://mvarginha.com.br/novo/portfolio-view/jazidas-sulfatos-de-aluminio-e-de-magnesio/>. Acesso em 13 de novembro de 2017.

OBSERVATORY OF ECONOMIC COMPLEXITY. **Peat Trade**. OEC, 2018. Disponível em: <https://atlas.media.mit.edu/en/profile/hs92/2703/>. Acesso em 10 de junho de 2019.

OLIVEIRA, I.B.; NEGRÃO, F.I.; SILVA, A.G.L.S. Mapeamento dos Aquíferos do Estado da Bahia utilizando o Índice de Qualidade Natural das Águas Subterrâneas—IQNAS. **Revista Científica: Águas Subterrâneas**, n. 1, v. 21, p. 123-137, 2007.

OSTAFIUC, Gerson Bardichia. Metodologia para Cálculo de Reservas da Turfeira de Jacaré e suas Características Físico-Químicas. 1986. 54p. **Dissertação** (Mestrado). Universidade de São Paulo, São Paulo, 1986.

PEREIRA, Marcos Gervásio; ANJOS, Lúcia Helena da Cunha dos; VALLADARES, Gustavo Souza. Organossolos: ocorrência, gênese, classificação, alterações pelo uso agrícola e manejo. In: TORRADO, P.V.; ALLEONI, L.R.F.; COOPER, M.; SILVA, A.P. & CARDOSO, E.J., eds. **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. v.4. p.233-276.

PORTAL G1. **Economia brasileira cresceu 0,2% no 2º trimestre, aponta monitor do PIB da FGV**. Rio de Janeiro: Globo, 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/noticia/2019/08/14/economia-brasileira-cresceu-02percent-no-2o-trimestre-aponta-monitor-do-pib-da-fgv.ghtml>. Acesso em 20 de agosto de 2019.

PETRONI, S.L.G.; PIRES, M.A.F.; MUNITA, C.S. Adsorção de zinco e cádmio em colunas de turfa. **Química Nova** [online], v. 23, n. 4, p. 477-481, 2000. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422000000400009&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em 20 de agosto de 2019.

PETRONI, S.L.G. Avaliação cinética e de equilíbrio do processo de adsorção dos íons dos metais cádmio, cobre e níquel em turfa. 2004. 121f. **Tese** (Doutorado) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

REKYVA. **Turfa Litho**. Disponível em: <http://www.rekyva.eu/pt-pt/turfa-litho/>. Acesso em 10 de novembro de 2017.

RESEARCH and MARKETS. **Peat – Global Market Outlook (2017-2026)**. Research and Markets, 2018.

Disponível em: <https://www.researchandmarkets.com/reports/4562485/peat-global-market-outlook-2017-2026>. Acesso em 5 de julho de 2019.

SECRETARIA DE ESTADO DO PLANEJAMENTO E DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA – SEPLAN/TEC. Superintendência de Recursos Hídricos – SRH. **Gestão participativa das águas de Sergipe**. Aracaju, 2002. 72 p.

TALK 1170 RADIO. **Peat Market**: Global Industry Review, research, statistics, and growth to 2023. Talk, 2019. Disponível em: <https://www.1170kfaq.com/story/40521437/peat-market-global-industry-review-research-statistics-and-growth-to-2023>. Acesso em 5 de janeiro de 2019.

TEIXEIRA, Léo Rodrigues. 2014. **Mapa geológico e de Recursos Minerais do Estado de Sergipe**. Escala 1:250.000. CPRM/CODISE.

TOLEDO, Luís Márcio Arnaut de. Considerações sobre Turfa no Brasil. **Akrópolis** – Revista de Ciências Humanas. UNIPAR, v.7, nº 28, 1999.

UEDA, Natália Pellegrini. **Pirólise Oxidativa e Combustão da Turfa de São José dos Campos**. 2018. 128p. Dissertação (Mestrado). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2018.

UNIVERSO ONLINE S/A. **Entenda o que causou a crise financeira de 2008**. UOL, fev. 2016. Disponível em: <https://economia.uol.com.br/noticias/redacao/2016/02/27/entenda-o-que-causou-a-crise-financeira-de-2008.htm>. Acesso em 21 de agosto de 2019.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - EPA. **Peat Mining - an initial assessment of wetland impacts and measures to mitigate adverse effects**: final report. Washington D.C.: EPA, 1981. 60 p.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. **Historical statistics for mineral and material commodities in the United States**. Washington: USGS, 2019. Disponível em: <https://www.usgs.gov/centers/nmic/historical-statistics-mineral-and-material-commodities-united-states#peat>. Acesso em 6 de junho de 2019.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. **Mineral Commodity Summaries**: February 2019. Washington: USGS, 2019a. Disponível em: https://prd-wret.s3-us-west-2.amazonaws.com/assets/palladium/production/atoms/files/mcs2019_all.pdf. Acesso em 6 de junho de 2019.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. **Mineral Commodity Summaries** (2015-2019). Washington: USGS, 2019b. Disponível em: <https://www.usgs.gov/centers/nmic/peat-statistics-and-information>. Acesso em 6 de junho de 2019.

VIECELLI, L. **O que esperar da economia brasileira após queda do PIB no primeiro trimestre**. Gauchazh Economia, 2019. Disponível em: <https://gauchazh.clicrbs.com.br/economia/noticia/2019/05/o-que-esperar-da-economia-brasileira-apos-queda-do-pib-no-primeiro-trimestre-cjwaw8hr5019501qtl1i0bybs.html>. Acesso em 21 de agosto de 2019.

VLI LOGÍSTICA. **Terminal Marítimo Inácio Barbosa** – TMIB. Disponível em: <https://www.vli-logistica.com.br/conheca-a-vli/portos/tmib-se/>. Acesso em 10 de abril de 2019.

WORLD ENERGY RESOURCES. **World Energy Resources**. 2013. Disponível em: <https://www.worldenergy.org/publications/2013/world-energy-resources-2013-survey/>. Acesso em 4 de julho de 2019.

LISTAGEM DOS INFORMES DE RECURSOS MINERAIS

SÉRIE METAIS DO GRUPO DA PLATINA E ASSOCIADOS

- Nº 01 - Mapa de Caracterização das Áreas de Trabalho (Escala 1:7.000.000), 1996.
- Nº 02 - Mapa Geológico Preliminar da Serra do Colorado - Rondônia e Síntese Geológico-Metalogenética, 1997.
- Nº 03 - Mapa Geológico Preliminar da Serra Céu Azul - Rondônia, Prospecção Geoquímica e Síntese Geológico-Metalogenética, 1997.
- Nº 04 - Síntese Geológica e Prospecção por Concentrados de Bateia nos Complexos Canabrava e Barro Alto - Goiás, 1997.
- Nº 05 - Síntese Geológica e Prospecção Geoquímica/Aluvionar da Área Migrantinópolis - Rondônia, 2000.
- Nº 06 - Geologia e Prospecção Geoquímica/Aluvionar da Área Corumbiara/Chupinguaia - Rondônia, 2000.
- Nº 07 - Síntese Geológica e Prospecção Geoquímica/Aluvionar da Área Serra Azul - Rondônia, 2000.
- Nº 08 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Rio Branco/Alta Floresta - Rondônia, 2000.
- Nº 09 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Santa Luzia - Rondônia, 2000.
- Nº 10 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Nova Brasilândia - Rondônia, 2000.
- Nº 11 - Síntese Geológica e Prospecção Geoquímica da Área Rio Madeirinha - Mato Grosso, 2000.
- Nº 12 - Síntese Geológica e Prospectiva das Áreas Pedra Preta e Cotingo - Roraima, 2000.
- Nº 13 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Santa Bárbara - Goiás, 2000.
- Nº 14 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Barra da Gameleira - Tocantins, 2000.
- Nº 15 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Córrego Seco - Goiás, 2000.
- Nº 16 - Síntese Geológica e Resultados Prospectivos da Área São Miguel do Guaporé - Rondônia, 2000.
- Nº 17 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Cana Brava - Goiás, 2000.
- Nº 18 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Cacoal - Rondônia, 2000.
- Nº 19 - Geologia e Resultados Prospectivos das Áreas Morro do Leme e Morro Sem Boné - Mato Grosso, 2000.
- Nº 20 - Geologia e Resultados Prospectivos das Áreas Serra dos Pacaás Novos e Rio Cautário - Rondônia, 2000.
- Nº 21 - Aspectos Geológicos, Geoquímicos e Potencialidade em Depósitos de Ni-Cu-EGP do Magmatismo da Baciado Paraná - 2000.
- Nº 22 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Tabuleta - Mato Grosso, 2000.
- Nº 23 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Rio Alegre - Mato Grosso, 2000.
- Nº 24 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Figueira Branca/Indiavaí - Mato Grosso, 2000.
- Nº 25 - Síntese Geológica e Prospecção Geoquímica/Aluvionar das Áreas Jaburu, Caracaraí, Alto Tacutu e Amajari - Roraima, 2000.
- Nº 26 - Prospecção Geológica e Geoquímica no Corpo Máfico-Ultramáfico da Serra da Onça - Pará, 2001.
- Nº 27 - Prospecção Geológica e Geoquímica nos Corpos Máfico-Ultramáficos da Suíte Intrusiva Cateté - Pará, 2001.
- Nº 28 - Aspectos geológicos, Geoquímicos e Metalogenéticos do Magmatismo Básico/Ultrabásico do Estado de Rondônia e Área Adjacente, 2001.
- Nº 29 - Geological, Geochemical and Potentiality Aspects of Ni-Cu-PGE Deposits of the Paraná Basin Magmatism, 2001.
- Nº 30 - Síntese Geológica e Prospecção Geoquímica da Área Barro Alto – Goiás, 2010.

SÉRIE MAPAS TEMÁTICOS DE OURO - ESCALA 1:250.000

- Nº 01 - Área GO-09 Aurilândia/Anicuns - Goiás, 1995.
- Nº 02 - Área RS-01 Lavras do Sul/Caçapava do Sul - Rio Grande do Sul, 1995.
- Nº 03 - Área RO-01 Presidente Médici - Rondônia, 1996.
- Nº 04 - Área SP-01 Vale do Ribeira - São Paulo, 1996.
- Nº 05 - Área PA-15 Inajá - Pará, 1996.
- Nº 06 - Área GO-05 Luziânia - Goiás, 1997.
- Nº 07 - Área PA-01 Paru - Pará, 1997.
- Nº 08 - Área AP-05 Serra do Navio/Cupixi - Amapá, 1997.
- Nº 09 - Área BA-15 Caripará - Bahia, 1997.
- Nº 10 - Área GO-01 Crixás/Pilar - Goiás, 1997.
-

Nº 11 - Área GO-02 Porangatu/Mara Rosa - Goiás, 1997
Nº 12 - Área GO-03 Niquelândia - Goiás, 1997.
Nº 13 - Área MT-01 Peixoto de Azevedo/Vila Guarita - Mato Grosso, 1997.
Nº 14 - Área MT-06 Ilha 24 de Maio - Mato Grosso, 1997.
Nº 15 - Área MT-08 São João da Barra - Mato Grosso/Pará, 1997.
Nº 16 - Área RO-02 Jenipapo/Serra Sem Calça - Rondônia, 1997.
Nº 17 - Área RO-06 Guaporé/Madeira - Rondônia, 1997.
Nº 18 - Área RO-07 Rio Madeira - Rondônia, 1997.
Nº 19 - Área RR-01 Uraricaá - Roraima, 1997.
Nº 20 - Área AP-03 Alto Jari - Amapá/Pará, 1997.
Nº 21 - Área CE-02 Várzea Alegre/Lavras da Mangabeira/Encanto - Ceará, 1997.
Nº 22 - Área GO-08 Arenópolis/Amorinópolis - Goiás, 1997.
Nº 23 - Área PA-07 Serra Pelada - Pará, 1997.
Nº 24 - Área SC-01 Botuverá/Brusque/Gaspar - Santa Catarina, 1997.
Nº 25 - Área AP-01 Cassiporé - Amapá, 1997.
Nº 26 - Área BA-04 Jacobina Sul - Bahia, 1997.
Nº 27 - Área PA-03 Cuiapucu/Carará - Pará/Amapá, 1997.
Nº 28 - Área PA-10 Serra dos Carajás - Pará, 1997.
Nº 29 - Área AP-04 Tumucumaque - Pará, 1997.
Nº 30 - Área PA-11 Xinguara - Pará, 1997.
Nº 31 - Área PB-01 Cachoeira de Minas/Itajubatiba/Itapetim - Paraíba/Pernambuco, 1997.
Nº 32 - Área AP-02 Tartarugalzinho - Amapá, 1997.
Nº 33 - Área AP-06 Vila Nova/Iratapuru - Amapá, 1997.
Nº 34 - Área PA-02 Ipitinga - Pará/Amapá, 1997.
Nº 35 - Área PA-17 Caracol - Pará, 1997.
Nº 36 - Área PA-18 Vila Riozinho - Pará, 1997.
Nº 37 - Área PA-19 Rio Novo - Pará, 1997.
Nº 38 - Área PA-08 São Félix - Pará, 1997.
Nº 39 - Área PA-21 Marupá - Pará, 1998.
Nº 40 - Área PA-04 Três Palmeiras/Volta Grande - Pará, 1998.
Nº 41 - Área TO-01 Almas/Natividade - Tocantins, 1998.
Nº 42 - Área RN-01 São Fernando/Ponta da Serra/São Francisco - Rio Grande do Norte/Paraíba, 1998.
Nº 43 - Área GO-06 Cavalcante - Goiás/Tocantins, 1998.
Nº 44 - Área MT-02 Alta Floresta - Mato Grosso/Pará, 1998.
Nº 45 - Área MT-03 Serra de São Vicente - Mato Grosso, 1998.
Nº 46 - Área AM-04 Rio Traíra - Amazonas, 1998.
Nº 47 - Área GO-10 Pirenópolis/Jaraguá - Goiás, 1998.
Nº 48 - Área CE-01 Reriutaba/Ipu - Ceará, 1998.
Nº 49 - Área PA-06 Manelão - Pará, 1998.
Nº 50 - Área PA-20 Jacareacanga - Pará/Amazonas, 1998.
Nº 51 - Área MG-07 Paracatu - Minas Gerais, 1998.
Nº 52 - Área RO-05 Colorado - Rondônia/Mato Grosso, 1998.
Nº 53 - Área TO-02 Brejinho de Nazaré - Tocantins, 1998.
Nº 54 - Área RO-04 Porto Esperança - Rondônia, 1998.
Nº 55 - Área RO-03 Parecis - Rondônia, 1998.
Nº 56 - Área RR-03 Uraricoera - Roraima, 1998.
Nº 57 - Área GO-04 Goiás - Goiás, 1998.
Nº 58 - Área MA-01 Belt do Gurupi - Maranhão/Pará, 1998.
Nº 59 - Área MA-02 Aurizona/Carutapera - Maranhão/Pará, 1998.
Nº 60 - Área PE-01 Serrita - Pernambuco, 1998.
Nº 61 - Área PR-01 Curitiba/Morretes - Paraná, 1998.
Nº 62 - Área MG-01 Pitangui - Minas Gerais, 1998.
Nº 63 - Área PA-12 Rio Fresco - Pará, 1998.

- Nº 64 - Área PA-13 Madalena - Pará, 1998.
Nº 65 - Área AM-01 Parauari - Amazonas/Pará, 1999.
Nº 66 - Área BA-01 Itapicuru Norte - Bahia, 1999.
Nº 67 - Área RR-04 Quino Maú - Roraima, 1999.
Nº 68 - Área RR-05 Apiaú - Roraima, 1999.
Nº 69 - Área AM 05 Gavião/Dez Dias - Amazonas, 1999.
Nº 70 - Área MT-07 Araés/Nova Xavantina - Mato Grosso, 2000.
Nº 71 - Área AM-02 Cauaburi - Amazonas, 2000.
Nº 72 - Área RR-02 Mucajaí - Roraima, 2000.
Nº 73 - Área RR-06 Rio Amajari - Roraima, 2000.
Nº 74 - Área BA-03 Jacobina Norte - Bahia, 2000.
Nº 75 - Área MG-04 Serro - Minas Gerais, 2000.
Nº 76 - Área BA-02 Itapicuru Sul - Bahia, 2000.
Nº 77 - Área MG-03 Conselheiro Lafaiete - Minas Gerais, 2000.
Nº 78 - Área MG-05 Itabira - Minas Gerais, 2000.
Nº 79 - Área MG-09 Riacho dos Machados - Minas Gerais, 2000.
Nº 80 - Área BA-14 Correntina - Bahia, 2000.
Nº 81 - Área BA-12 Boquira Sul - Bahia, 2000
Nº 82 - Área BA-13 Gentio do Ouro - Bahia, 2000.
Nº 83 - Área BA-08 Rio de Contas/Ibitiara Sul - Bahia, 2000.
Nº 84 - Área MT-05 Cuiabá/Poconé - Mato Grosso, 2000.
Nº 85 - Área MT-04 Jauru/Barra dos Bugres - Mato Grosso, 2000.

SÉRIE OURO - INFORMES GERAIS

- Nº 01 - Mapa de Reservas e Produção de Ouro no Brasil (Escala 1:7.000.000), 1996.
Nº 02 - Programa Nacional de Prospecção de Ouro - Natureza e Métodos, 1998.
Nº 03 - Mapa de Reservas e Produção de Ouro no Brasil (Escala 1:7.000.000), 1998.
Nº 04 - Gold Prospecting National Program - Subject and Methodology, 1998.
Nº 05 - Mineralizações Auríferas da Região de Cachoeira de Minas – Municípios de Manairá e Princesa Isabel - Paraíba, 1998.
Nº 06 - Mapa de Reservas e Produção de Ouro no Brasil (Escala 1:7.000.000), 2000.
Nº 07 - Resultados da Prospecção para Ouro na Área RS-01 - Lavras do Sul/Caçapava do Sul, Subárea Minas do Camaquã - Rio Grande do Sul, 2000.
Nº 08 - Resultados da Prospecção para Ouro na Área RS-01 - Lavras do Sul/Caçapava do Sul, Subárea Ibaré – Rio Grande do Sul, 2000.
Nº 09 - Resultados da Prospecção para Ouro na Área RS-01 - Lavras do Sul/Caçapava do Sul, Subárea Caçapava do Sul - Rio Grande do Sul, 2000.
Nº 10 - Resultados da Prospecção para Ouro na Área RS-01 - Lavras do Sul/Caçapava do Sul, Subárea Passo do Salsinho - Rio Grande do Sul, 2000.
Nº 11 - Resultados da Prospecção para Ouro na Área RS-01 - Lavras do Sul/Caçapava do Sul, Subárea Marmeleiro - Rio Grande do Sul, 2000.
Nº 12 - Map of Gold Production and Reserves of Brazil (1:7.000.000 Scale), 2000
Nº 13 - Resultados da Prospecção para Ouro na Área RS-01 - Lavras do Sul/Caçapava do Sul, Subárea Cambaizinho - Rio Grande do Sul, 2001.
Nº 14 - Resultados da Prospecção para Ouro na Área RS-01 - Lavras do Sul/Caçapava do Sul, Subárea Passo do Ivo - Rio Grande do Sul, 2001.
Nº 15 - Resultados da Prospecção para Ouro na Área RS-01 - Lavras do Sul/Caçapava do Sul, Subárea Batovi – Rio Grande do Sul, 2001.
Nº 16 - Projeto Metalogenia da Província Aurífera Juruena-Teles Pires, Mato Grosso – Goiânia, 2008.
Nº 17 - Metalogenia do Distrito Aurífero do Rio Juma, Nova Aripuanã, Manaus, 2010.
Nº 18 – Províncias e Distritos Auríferos do Brasil, Goiânia, 2022.
-

SÉRIE INSUMOS MINERAIS PARA AGRICULTURA

- Nº 01 - Mapa Síntese do Setor de Fertilizantes Minerais (NPK) no Brasil (Escala 1:7.000.000), 1997.
- Nº 02 - Fosfato da Serra da Bodoquena - Mato Grosso do Sul, 2000.
- Nº 03 - Estudo do Mercado de Calcário para Fins Agrícolas no Estado de Pernambuco, 2000.
- Nº 04 - Mapa de Insumos Minerais para Agricultura e Áreas Potenciais nos Estados de Pernambuco, Alagoas, Paraíba e Rio Grande do Norte, 2001.
- Nº 05 - Estudo dos Níveis de Necessidade de Calcário nos Estados de Pernambuco, Alagoas, Paraíba e Rio Grande do Norte, 2001.
- Nº 06 - Síntese das Necessidades de Calcário para os Solos dos Estados da Bahia e Sergipe, 2001.
- Nº 07 - Mapa de Insumos Minerais para Agricultura e Áreas Potenciais de Rondônia, 2001.
- Nº 08 - Mapas de Insumos Minerais para Agricultura nos Estados de Amazonas e Roraima, 2001.
- Nº 09 - Mapa-Síntese de Jazimentos Minerais Carbonatados dos Estados da Bahia e Sergipe, 2001.
- Nº 10 - Insumos Minerais para Agricultura e Áreas Potenciais nos Estados do Pará e Amapá, 2001.
- Nº 11 - Síntese dos Jazimentos, Áreas Potenciais e Mercado de Insumos Minerais para Agricultura no Estado da Bahia, 2001.
- Nº 12 - Avaliação de Rochas Calcárias e Fosfatadas para Insumos Agrícolas do Estado de Mato Grosso, 2008.
- Nº 13 - Projeto Fosfato Brasil – Parte I, Salvador, 2011.
- Nº 14 - Projeto Fosfato Brasil – Estado de Mato Grosso – Áreas Araras/Serra do Caeté e Planalto da Serra, 2011.
- Nº 15 - Projeto Mineralizações Associadas à Plataforma Bambuí no Sudeste do Estado do Tocantins (TO) – Goiânia, 2016.
- Nº 16 – Rochas Carbonáticas do Estado de Rondônia, Porto Velho, 2015.
- Nº 17 – Projeto Fosfato Brasil – Parte II, Salvador, 2016.
- Nº 18 – Geoquímica Orientativa para Pesquisa de Fosfato no Brasil, Salvador, 2016.
- Nº 19 – Projeto Agrominerais da Região de Irecê -Jaguarari, Salvador, 2016.
- Nº 20 – Avaliação do Potencial do Fosfato no Brasil – Fase III - Bacia dos Parecis, Porto Velho, 2017.
- Nº 21 – Avaliação do Potencial do Fosfato no Brasil – Fase III: Bacia Sergipe-Alagoas, Sub-bacia Sergipe, Recife, 2017.
- Nº 22 – Avaliação do Potencial do Fosfato no Brasil – Fase III: Centro-leste de Santa Catarina, Salvador, 2018.
- Nº 23 – Avaliação do Potencial do Potássio no Brasil: Bacia do Amazonas, setor centro-oeste, Estados do Amazonas e Pará, Manaus, 2020.
- Nº 24 – Investigação de Anomalias Geofísicas no Escudo Sul-Rio-Grandense com Enfoque em Insumos Agrícolas, Porto Alegre, 2020.
- Nº 25 – Avaliação do Potencial do Fosfato no Brasil: Borda Norte da Bacia do Amazonas, região de Monte Alegre e Monte Dourado, Estado do Pará, Belém, 2020.
- Nº 26 – Avaliação do Potencial Agromineral do Brasil: Grupo Serra Geral da Bacia do Paraná no Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2021
- Nº 27 – Avaliação do Potencial do Fosfato no Brasil: Bacia Potiguar – Um estudo a partir de testemunhos de sondagem, Estado do Rio Grande do Norte, Salvador, 2021
- Nº 28 – Avaliação do Potencial Agromineral do Brasil: Eixo Manaus-Boa Vista, Manaus, 2022

SÉRIE PEDRAS PRECIOSAS

- Nº 01 - Mapa Gemológico da Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul, 1997.
- Nº 02 - Mapa Gemológico da Região Lajeado/Soledade/Salto do Jacuí - Rio Grande do Sul, 1998
- Nº 03 - Mapa Gemológico da Região de Ametista do Sul - Rio Grande do Sul, 1998.
- Nº 04 - Recursos Gemológicos dos Estados do Piauí e Maranhão, 1998.
- Nº 05 - Mapa Gemológico do Estado do Rio Grande do Sul, 2000.
- Nº 06 - Mapa Gemológico do Estado de Santa Catarina, 2000.
- Nº 07 - Aspectos da Geologia dos Pólos Diamantíferos de Rondônia e Mato Grosso – O Fórum de Juína – Projeto Diamante, Goiânia, 2010.
- Nº 08 - Projeto Avaliação dos Depósitos de Opalas de Pedro II – Estado do Piauí, Teresina, 2015.
- Nº 09 - Aluviões Diamantíferos da Foz dos Rios Jequitinhonha e Pardo - Fase I – Estado da Bahia, Salvador, 2016.
- Nº 10 - Áreas Kimberlíticas e Diamantíferas do Estado de Minas Gerais, Brasília, 2017
-

- Nº 11 - Áreas Kimberlíticas e Diamantíferas do Estado de Rondônia, Brasília, 2017
Nº 12 - Áreas Kimberlíticas e Diamantíferas do Estado do Mato Grosso, Brasília, 2017
Nº 13 - Áreas Kimberlíticas e Diamantíferas do Estado da Bahia, Brasília, 2017

SÉRIE OPORTUNIDADES MINERAIS – EXAME ATUALIZADO DE PROJETO

- Nº 01 - Níquel de Santa Fé - Estado de Goiás, 2000.
Nº 02 - Níquel do Morro do Engenho - Estado de Goiás, 2000.
Nº 03 - Cobre de Bom Jardim - Estado de Goiás, 2000.
Nº 04 - Ouro no Vale do Ribeira - Estado de São Paulo, 1996.
Nº 05 - Chumbo de Nova Redenção - Estado da Bahia, 2001.
Nº 06 - Turfa de Caçapava - Estado de São Paulo, 1996.
Nº 08 - Ouro de Natividade - Estado do Tocantins, 2000.
Nº 09 - Gipsita do Rio Cupari - Estado do Pará, 2001.
Nº 10 - Zinco, Chumbo e Cobre de Palmeirópolis - Estado de Tocantins, 2000.
Nº 11 - Fosfato de Miriri - Estados de Pernambuco e Paraíba, 2001.
Nº 12 - Turfa da Região de Itapuã - Estado do Rio Grande do Sul, 1998.
Nº 13 - Turfa de Águas Claras - Estado do Rio Grande do Sul, 1998.
Nº 14 - Turfa nos Estados de Alagoas, Paraíba e Rio Grande do Norte, 2001.
Nº 15 - Nióbio de Uaupés - Estado do Amazonas, 1997.
Nº 16 - Diamante do Rio Maú - Estado da Roraima, 1997.
Nº 18 - Turfa de Santo Amaro das Brotas - Estado de Sergipe, 1997.
Nº 19 - Diamante de Santo Inácio - Estado da Bahia, 2001.
Nº 21 - Carvão nos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, 1997.
Nº 22 - Coal in the States of Rio Grande do Sul and Santa Catarina, 1999.
Nº 23 - Kaolin Exploration in the Capim River Region - State of Pará - Executive Summary, 2000.
Nº 24 - Turfa de São José dos Campos - Estado de São Paulo, 2002.
Nº 25 - Lead in Nova Redenção - Bahia State, Brazil, 2001.
Nº 26 – Projeto Reavaliação do Patrimônio Mineral, Área Polimetálicos de Palmeirópolis, Estado do Tocantins, Brasília, 2020.
Nº 27 – Projeto Reavaliação do Patrimônio Mineral, Área Carvão Sul Catarinense, Estado de Santa Catarina, Brasília, 2021.
Nº 28 – Projeto Reavaliação do Patrimônio Mineral, Área Fosfato de Miriri, Estado de Pernambuco e Paraíba, Brasília, 2022.
Nº 29 – Projeto Reavaliação do Patrimônio Mineral, Área Carvão Iruí-Butiá, Estado do Rio Grande do Sul, Brasília, 2021.
Nº 30 – Projeto Reavaliação do Patrimônio Mineral, Área Caulim do Rio Capim, Estado do Pará, Brasília, 2021.
Nº 31 – Projeto Reavaliação do Patrimônio Mineral, Área Gipsita do Rio Cupari, Estado do Pará, Brasília, 2022.
Nº 32 – Projeto Reavaliação do Patrimônio Mineral, Área Turfa de Linhares, Estado do Espírito Santo, Brasília, 2023.
Nº 33– Projeto Reavaliação do Patrimônio Mineral, Área Turfa Santo Amaro de Brotas, Estado de Sergipe, Brasília, 2023.
Nº 34 – Projeto Reavaliação do Patrimônio Mineral, Área Calcário de Aveiro, Estado do Pará, Brasília, 2022.

SÉRIE DIVERSOS

- Nº 01 - Informe de Recursos Minerais - Diretrizes e Especificações - Rio de Janeiro, 1997.
Nº 02 - Argilas Nobres e Zeolitas na Bacia do Parnaíba - Belém, 1997.
Nº 03 - Rochas Ornamentais de Pernambuco - Folha Belém do São Francisco - Escala 1:250.000 - Recife, 2000.
Nº 04 - Substâncias Minerais para Construção Civil na Região Metropolitana de Salvador e Adjacências - Salvador, 2001.
Nº 05 – Terras Indígenas do Noroeste do Amazonas: Geologia, Geoquímica e Cadastramento Mineral na região do Tunuí-Caparro, Estado do Amazonas, Manaus, 2020
Nº 06 – Recursos Minerais do Estado de Minas Gerais - 2011, Belo Horizonte, 2022.
-

SÉRIE RECURSOS MINERAIS MARINHOS

- Nº 01 – Potencialidade dos Granulados Marinhos da Plataforma Continental Leste do Ceará – Recife, 2007.
Nº 02 – Potencialidade dos Granulados Marinhos da Plataforma Continental Oriental do Rio Grande do Norte – Setor Touros, Recife, 2021.
Nº 03 – Potencialidade dos Granulados Marinhos da Plataforma Continental de Pernambuco – Recife, 2021.
Nº 04 – Potencialidades dos Granulados Marinhos da Plataforma Continental Oeste do Ceará, Setor Bitupitá, 2022.
Nº 05 – Prospecção e Exploração de Depósitos de Fosforitas Marinhas na Plataforma Continental Jurídica Brasileira, etapa 2010-2020, Rio de Janeiro, 2021.

SÉRIE ROCHAS E MINERAIS INDUSTRIAIS

- Nº 01 – Projeto Materiais de Construção na Área Manacapuru-Iranduba-Manaus-Careiro (Domínio Baixo Solimões) – Manaus, 2007.
Nº 02 – Materiais de Construção Civil na região Metropolitana de Salvador – Salvador, 2008.
Nº 03 – Projeto Materiais de Construção no Domínio Médio Amazonas – Manaus, 2008.
Nº 04 – Projeto Rochas Ornamentais de Roraima – Manaus, 2009.
Nº 05 – Projeto Argilas da Bacia Pimenta Bueno – Porto Velho, 2010.
Nº 06 – Projeto Quartzo Industrial Dueré-Cristalândia – Goiânia, 2010.
Nº 07 – Materiais de Construção Civil na região Metropolitana de Aracaju – Salvador, 2011.
Nº 08 – Rochas Ornamentais no Noroeste do Estado do Espírito Santo – Rio de Janeiro, 2012.
Nº 09 – Projeto Insumos Minerais para a Construção Civil na Região Metropolitana do Recife – Recife, 2012.
Nº 10 – Materiais de Construção Civil da Folha Porto Velho – Porto Velho, 2013.
Nº 11 – Polo Cerâmico de Santa Gertrudes – São Paulo, 2014.
Nº 12 – Projeto Materiais de Construção Civil na Região Metropolitana de Natal – Natal, 2015.
Nº 13 – Materiais de Construção Civil para Vitória da Conquista, Itabuna-Ilhéus e Feira de Santana – Salvador, 2015.
Nº 14 – Projeto Materiais de Construção da Região de Marabá e Eldorado dos Carajás – Belém, 2015.
Nº 15 – Panorama do Setor de Rochas Ornamentais do Estado de Rondônia – Porto Velho, 2015
Nº 16 – Projeto Materiais de Construção da Região Metropolitana de Goiânia – Goiânia, 2015
Nº 17 – Projeto Materiais de Construção da Região Metropolitana de Porto Alegre – Porto Alegre, 2016
Nº 18 – Projeto Materiais de Construção da Região Metropolitana de Fortaleza – Fortaleza, 2016
Nº 19 – Projeto Materiais de Construção Civil da Região da Grande Florianópolis – Porto Alegre, 2016
Nº 20 – Projeto materiais de construção da região de Macapá - Estado do Amapá – Belém, 2016.
Nº 21 – Projeto Materiais De Construção da Região Metropolitana de Curitiba - Estado do Paraná, 2016.
Nº 22 – Projeto Materiais de Construção da Região Metropolitana de São Luís e Entorno - Estado do Maranhão, 2017.
Nº 23 – Panorama do Segmento de Rochas Ornamentais do Estado da Bahia, Salvador, 2019
Nº 24 – Materiais de Construção da Região Metropolitana de São Paulo - Estado de São Paulo, São Paulo, 2019.
Nº 25 – Gipsita no sudoeste da Bacia sedimentar do Araripe - Estado de Pernambuco, Recife, 2019.
Nº 26 – Projeto Materiais de Construção da Região Metropolitana de Belo Horizonte - Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2020.
Nº 27 – Rochas Ornamentais do Estado do Rio Grande do Norte: Mapa de Potencialidades, Natal, 2020.
Nº 28 – Materiais de Construção da Região Metropolitana de Palmas - Estado do Tocantins, Goiânia, 2020.
Nº 29 – Estudos dos granitoides da região Nordeste do Pará para produção de brita, Belém, 2020.
Nº 30 – Materiais de Construção da Região de Capitão Poço-Ourém - Estado do Pará, Belém, 2020.
Nº 31 - Calcários da Bahia: Faixas Rio Pardo e Ourolândia-Campo Formoso, Salvador, 2021
Nº 32 – Rochas Ornamentais do Espírito Santo: Mapa de Potencialidade, Belo Horizonte, 2021
Nº 33 - Argilas dos vales dos rios Doce e Jequitinhonha (MG), Belo Horizonte, 2021
Nº 34 - Materiais de Construção Civil da Região Rio Grande-Pelotas e entorno (RS), Porto Alegre, 2021
Nº 35 - Materiais de Construção Civil da Região Metropolitana de João Pessoa (PB), Recife, 2021
Nº 36 - Materiais de Construção Civil da Região Metropolitana de Maceió (AL), Recife, 2022
Nº 37 – Rochas Ornamentais da Bahia: Mapa de Potencialidades da Região da Serra de Jacobina, Salvador, 2022
Nº 38 – Titânio Laterítico na Bacia do Paraná (PR), São Paulo, 2022
-

SÉRIE METAIS - INFORMES GERAIS

Nº 01 – Projeto BANEIO – Bacia do Camaquã – Metalogenia das Bacias Neoproterozóico-eopaleozóicas do Sul do Brasil, Porto Alegre, 2008

Nº 02 – Mapeamento Geoquímico do Quadrilátero Ferrífero e seu Entorno - MG – Rio de Janeiro, 2014.

Nº 03 – Projeto BANEIO – Bacias do Itajaí, de Campo Alegre e Corupá – Metalogenia das Bacias Neoproterozoico-eopaleozoicas do Sul do Brasil, Porto Alegre, 2015

SÉRIE PROVÍNCIAS MINERAIS DO BRASIL

Nº 01 – Áreas de Relevante Interesse Mineral - ARIM, Brasília, 2015

Nº 02 – Metalogenia das Províncias Minerais do Brasil: Área Tróia-Pedra Branca, Estado do Ceará, Fortaleza, 2015

Nº 03 – Metalogenia das Províncias Minerais do Brasil: Área Sudeste do Tapajós, Estado do Pará, Brasília, 2015.

Nº 04 – Metalogenia das Províncias Minerais do Brasil: Província Aurífera Juruena-Teles Pires-Aripuanã – Geologia e Recursos Minerais da Folha Ilha Porto Escondido – SC.21-V-C-III, Brasília, 2015.

Nº 05 – Metalogenia das Províncias Minerais do Brasil: Distrito Zincífero de Vazante – MG, Brasília, 2015.

Nº 06 – Metalogenia das Províncias Minerais do Brasil: Rochas Alcalinas da Porção Meridional do Cinturão Ribeira. Estados de São Paulo e Paraná, Brasília, 2015.

Nº 07 – Metalogenia das Províncias Minerais do Brasil: Área Sudeste de Rondônia, Brasília, 2016.

Nº 08 – Metalogenia das Províncias Minerais do Brasil: Área Seridó-Leste, extremo nordeste da Província Borborema (RN-PB), Brasília, 2016.

Nº 09 – Metalogenia das Províncias Minerais do Brasil: Porção sul da Bacia do Paraná, RS, 2017

Nº 10 – Metalogenia das Províncias Minerais do Brasil: Área Eldorado do Juma, Estado do Amazonas, AM, 2019

Nº 11 – Áreas de Relevante Interesse Mineral: Cinturão Gurupi, Estados do Pará e Maranhão, Brasília, 2017.

Nº 12 – Áreas de relevante interesse mineral: Reserva Nacional do Cobre e Associados, Estados do Pará e Amapá, Belém, 2017.

Nº 13 – Áreas de Relevante Interesse Mineral – Vale do Ribeira: Mineralizações Polimetálicas (Pb, Ag, Zn, Cu e Au – “Tipo Pannels”) em zonas de cisalhamento Rúptil, Cinturão Ribeira Meridional, SP-PR, São Paulo, 2017.

Nº 14 – Área de Relevante Interesse Mineral - ARIM: Distrito Mineral de Paracatu-Unai (Zn-Pb-Cu), MG, 2018

Nº 15 – Área de Relevante Interesse Mineral Integração Geológica-Geofísica e Recursos Minerais do Cráton Luis Alves, RS, 2018.

Nº 16 – Áreas de Relevante Interesse Mineral - Província Mineral de Carajás, PA: Estratigrafia e análise do Minério de Mn de Carajás - áreas Azul, Sereno, Buritirama e Antônio Vicente, PA, 2018.

Nº 17 – Áreas de Relevante Interesse Mineral Troia-Pedra Branca - Geologia e mineralização aurífera da sequência metavulcanossedimentar da Serra das Pipocas, Maciço de Troia, Ceará, Estado do Ceará, CE, 2018

Nº 18 – Áreas de Relevante Interesse Mineral – Reavaliação da Província Estanífera de Rondônia, RO, 2019.

Nº 19 – Áreas de relevante interesse mineral – Evolução Crustal e Metalogenia da Faixa Nova Brasilândia, RO, 2019.

Nº 20 – Áreas de Relevante Interesse Mineral - Batólito Pelotas–Terreno Tijucas, Estado do Rio Grande do Sul, RS, 2019.

Nº 21 – Áreas de Relevante Interesse Mineral – Vale do Ribeira: mineralizações polimetálicas (Pb-Zn-Ag-Cu-Ba) associadas a Formação Perau, Cinturão Ribeira Meridional, Estado do Paraná, São Paulo, 2019.

Nº 22 – Áreas de relevante interesse mineral – Evolução crustal e metalogenia da Província Mineral Juruena–Teles-Pires, MT, Goiânia, 2019.

Nº 23 – Áreas de relevante interesse mineral – Projeto evolução crustal e metalogenia da Faixa Brasília setor centro-norte, GO-TO, Goiânia, 2019

Nº 24 – Avaliação do Potencial Mineral do NW do Ceará, CE, Fortaleza, 2019.

Nº 25 – Avaliação do Potencial Mineral das faixas Marginais da borda NW do Craton do São Francisco (Área Riacho do Pontal), PI, Teresina, 2019.

Nº 26 – Avaliação do Potencial Mineral das faixas Marginais da borda NW do Craton do São Francisco (Área Rio Preto), PI, Teresina, 2019.

Nº 27 – Áreas de Relevante Interesse Mineral - Avaliação do Potencial Mineral do Vale do Ribeira (Área Castro), SP, São Paulo, 2019.

- Nº 28 - Áreas de Relevante Interesse Mineral - Evolução crustal e Metalogenia da região de Aripuanã, MT, Goiânia, 2020.
- Nº 29 – Modelo Prospectivo para Ametista e Água na Fronteira Sudoeste do Rio Grande do Sul, RS, Porto Alegre, 2020.
- Nº 30 - Áreas de Relevante Interesse Mineral - Reavaliação das sequências metavulcanossedimentares a Sudoeste do Quadrilátero Ferrífero – Área de Nazareno, Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2020.
- Nº 31 - Áreas de Relevante Interesse Mineral – Integração Geológica e Avaliação do Potencial Metalogenético da Serra de Jacobina e dos Greenstone Belt Mundo Novo, Estado da Bahia, Salvador, 2021
- Nº 32 - Áreas de Relevante Interesse Mineral – Integração Geológica e Avaliação do Potencial Metalogenético das Sequências Metavulcanossedimentares tipo Greenstone Belts e/ou similares da região de Remanso-Sobradinho, Estado da Bahia, Salvador, 2021
- Nº 33 - Áreas de Relevante Interesse Mineral –Província Mineral de Carajás, Controles Críticos das Mineralizações de Cobre e Ouro do Lineamento Cinzento, Estado do Pará, Belém, 2021
- Nº 34 - Áreas de Relevante Interesse Mineral – Evolução Crustal e Metalogenia do Sudeste do Amazonas, Estado do Amazonas, Manaus, 2021
- Nº 35 - Áreas de Relevante Interesse Mineral – Evolução Crustal e Metalogenia da Província Mineral do Seridó, Estado de Pernambuco, Recife, 2023
- Nº 36- Áreas de Relevante Interesse Mineral – Avaliação do Potencial Mineral da região de São Raimundo Nonato, Estado de Pernambuco, Recife, 2022
- Nº 37 - Quadrilátero Ferrífero, Setor Central: Mapa de Favorabilidade para Ouro Orogênico, Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2022
- Nº 38 - Noroeste do Quadrilátero Ferrífero: Mapa de Prospectividade para Ouro Orogênico do Greenstone Belt Pitangui, Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2022

SÉRIE MINERAIS ESTRATÉGICOS

- Nº 01 – Diretrizes para Avaliação do Potencial do Potássio, Fosfato, Terras Raras e Lítio no Brasil, Brasília, 2015.
- Nº 02 – Avaliação do Potencial de Terras Raras no Brasil, Brasília, 2015.
- Nº 03 – Projeto Avaliação do Potencial do Lítio no Brasil – Área do Médio Rio Jequitinhonha, Nordeste de Minas Gerais, Brasília, 2016.
- Nº 04 – Projeto Avaliação do Potencial de Terras Raras No Brasil - Área Morro dos Seis Lagos, Noroeste do Amazonas, Brasília, 2019.
- Nº 05 – Projeto Avaliação do Potencial da Grafita no Brasil – Fase I, São Paulo, 2020.
- Nº 06 – Projeto Lítio da Província Pegmatítica da Borborema, Estados do Rio Grande do Norte e Paraíba, Recife, 2022

SÉRIE GEOQUÍMICA PROSPECTIVA

- Nº 01 – Informe Geoquímico Bacia do Araripe, Estados de Pernambuco, Piauí e Ceará, Recife, 2018.
- Nº 02 – Informe Geoquímico das Folhas Quixadá-Itapiúna, Estado do Ceará, Fortaleza, 2020.
- Nº 03 – Informe Geoquímico São José do Campestre, Província Borborema, Estado do Rio Grande do Norte, Recife, 2021.
- Nº 04 – Informe Geoquímico Granjeiro-Cococi, Estado do Ceará, Fortaleza, 2023.

SÉRIE MAPEAMENTO GEOQUÍMICO

- Nº 01 – Levantamento geoquímico do Escudo do Rio Grande do Sul, Estado do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.
- Nº 02 – Mapeamento geoquímico da Folha Piatã, Estado da Bahia, Salvador, 2023.

SÉRIE ATLAS GEOQUÍMICOS

- Atlas Geoquímico de Carajás – Setor Leste, Sedimentos Ativos de Corrente, Estado do Pará, Belém, 2023
-

SÉRIE ATLAS DE ROCHAS ORNAMENTAIS

Atlas de Rochas Ornamentais de Roraima, Manaus, 2009

Atlas de Rochas Ornamentais da Amazônia Brasileira, São Paulo, 2011

Atlas de Rochas Ornamentais do Espírito Santo, Brasília, 2013

Atlas of dimension stones of the Espírito Santo State, Brasília, 2015

Atlas de rochas ornamentais dos estados do Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco e Alagoas, Recife, 2017

Atlas de Rochas Ornamentais da Bahia, Salvador, 2022

Atlas of Dimension Stones of the Bahia State, Salvador, 2022

O SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - CPRM E OS OBJETIVOS PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL - ODS

Em setembro de 2015 líderes mundiais reuniram-se na sede da ONU, em Nova York, e formularam um conjunto de objetivos e metas universais com intuito de garantir o desenvolvimento sustentável nas dimensões econômica, social e ambiental. Esta ação resultou na *Agenda 2030*, a qual contém um conjunto de *17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - ODS*.

A Agenda 2030 é um plano de ação para as pessoas, para o planeta e para a prosperidade. Busca fortalecer a paz universal, e considera que a erradicação da pobreza em todas as suas formas e dimensões é o maior desafio global, e um requisito indispensável para o desenvolvimento sustentável.

Os 17 ODS incluem uma ambiciosa lista 169 metas para todos os países e todas as partes interessadas, atuando em parceria colaborativa, a serem cumpridas até 2030.



O **Serviço Geológico do Brasil – CPRM** atua em diversas áreas intrínsecas às Geociências, que podem ser agrupadas em quatro grandes linhas de atuação:

- Geologia
- Recursos Minerais;
- Hidrologia; e
- Gestão Territorial.

Todas as áreas de atuação do SGB-CPRM, sejam nas áreas das Geociências ou nos serviços compartilhados, ou ainda em seus programas internos, devem ter conexão com os ODS, evidenciando o comprometimento de nossa instituição com a sustentabilidade, com a humanidade e com o futuro do planeta.

A tabela a seguir relaciona as áreas de atuação do SGB-CPRM com os ODS.

Áreas de atuação do Serviço Geológico do Brasil – CPRM e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODS

ÁREA DE ATUAÇÃO GEOCIÊNCIAS

LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS



LEVANTAMENTOS AEROGEOFÍSICOS



AValiação DOS RECURSOS MINERAIS DO BRASIL



LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS MARINHOS



LEVANTAMENTOS GEOQUÍMICOS



LEVANTAMENTOS BÁSICOS DE RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS



SISTEMAS DE ALERTA HIDROLÓGICO



AGROGEOLOGIA



LEVANTAMENTOS BÁSICOS DE RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS



RISCO GEOLÓGICO



GEODIVERSIDADE



PATRIMÔNIO GEOLÓGICO E GEOPARQUES



ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO



GEOLOGIA MÉDICA



RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS PELA MINERAÇÃO



ÁREA DE ATUAÇÃO SERVIÇOS COMPARTILHADOS

GEOPROCESSAMENTO E SENSORIAMENTO REMOTO



TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO



LABORATÓRIO DE ANÁLISE MINERAIS



MUSEU DE CIÊNCIAS DA TERRA



PALEONTOLOGIA



PARCERIAS NACIONAIS E INTERNACIONAIS



REDE DE BIBLIOTECAS



REDE DE LITOTECAS



GOVERNANÇA



ÁREA DE ATUAÇÃO PROGRAMAS INTERNOS

SUSTENTABILIDADE



PRÓ-EQUIDADE



COMITÊ DE ÉTICA



PROGRAMA GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

INFORME DE RECURSOS MINERAIS

SÉRIE OPORTUNIDADES MINERAIS
EXAME ATUALIZADO DE PROJETO, Nº 33

PROJETO REAVALIAÇÃO DO PATRIMÔNIO MINERAL,
ÁREA TURFA DE SANTO AMARO DAS BROTAS,
ESTADO DE SERGIPE

“O produto Informe de Recursos Minerais, parte integrante do “Programa Geologia, Mineração e Transformação Mineral, objetiva sistematizar e divulgar os resultados das atividades e projetos desenvolvidos pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB-CPRM), nos campos da geologia econômica, metalogênese, prospecção, pesquisa e economia mineral. Tais resultados são apresentados sob a forma de estudos, artigos, relatórios e mapas.

Entre as décadas de 1970 e 1990 do século passado, o Serviço Geológico do Brasil realizou diversos projetos de pesquisa e exploração pelo país. Em função disso, atualmente o SGB-CPRM possui 332 direitos minerários ativos agrupados em 30 projetos ((blocos) distribuídos pelo país.

A linha de atuação “Reavaliação do Patrimônio Mineral é uma atividade vinculada à Diretoria de Geologia e Recursos Minerais, constituindo uma série de atividades com a finalidade de resgatar e validar dados/ informações geológicas, geofísicas, geoquímicas e geometalúrgicas de projetos de projetos históricos relacionados ao Patrimônio Mineral do SGB-CPRM. Esses dados são integrados e reinterpretados a luz do conhecimento geológico atual, e tanto quanto possível, são modelados e estimados conforme preconizado nos códigos internacionais de classificação de recursos e reservas. O objetivo é criar um banco de dados crível e auditável, em formato digital, cujas informações serão integradas e reavaliadas visando apoiar a valorização e indicar blocos de áreas para licitação via Programa de Parceria de Investimentos.

“O projeto de pesquisa Turfa de Santo Amaro das Brotas é relativo a três áreas de direitos minerários da CPRM, localizadas nos limites das municipalidades de Santo Amaro das Brotas e Barra dos Coqueiros, na costa do estado de Sergipe, totalizando 2.095,73 hectares. Os depósitos de turfa estão inseridos em uma planície costeira formada por sedimentos com idades que variam do Pleistoceno ao Holoceno, compreendendo terraços arenosos marinhos antigos e recentes, em grande parte, estruturados como cordões litorâneos subparalelos à linha de costa, e sedimentos flúvio-lagunares e fluviais. Dados da modelagem geológica apontam recursos globais da ordem de 57 milhões de toneladas, com teor médio de cinzas de 13,55% e poder calorífico de 3.042,68 Kcal/kg, sendo a densidade média em base seca (dry bulk density) de 0,072.

O acervo deste projeto contém todos os dados/informações referentes ao depósito estudado, e estará disponível para a empresa vencedora do processo licitatório, se transformando assim em um catalisador que permitirá ampliar as oportunidades de investimento e emprego e estimular o desenvolvimento do setor mineral, em harmonia com as metas de desenvolvimento social e econômico do País.

Sede

Setor Bancário Norte - SBN - Quadra 02, Asa Norte
Bloco H - 5º andar - Edifício Central Brasília
Brasília - DF - CEP: 70040 - 904
Tel: 61 2108-8400

Escritório Rio de Janeiro

Av. Pasteur, 404 - Urca
Rio de Janeiro - RJ - CEP: 22290-255
Tel: 21 2295-5337 - 21 2295-5382

Diretoria de Geologia e Recursos Minerais

Tel: 21 2546-0212 - 61 3223-1166

Departamento de Geologia

Tel: 91 3182-1326

Departamento de Recursos Minerais

Tel: 21 2295-4992

Diretoria de Infraestrutura Geocientífica

Tel: 21 2295-5837 - 61 2108-8457

Núcleo de Comunicação

Tel: 61 2108-8468
E-mail: comunicacao@sgb.gov.br

Ouvidoria

Tel: 21 2541-6344
E-mail: ouvidoria@sgb.gov.br

Serviço de Atendimento ao Asuário - SEUS

Tel: 21 2295-5997
E-mail: seus@sgb.gov.br

WWW.SGB.GOV.BR