

# **MINERAIS DO PARANA S. A. - MINEROPAR**

## **ELABORAÇÃO**

LUIS TADEU CAVA

## **PROJETO CARVÃO DA MINEROPAR - EXECUTORES**

LUIS TADEU CAVA  
ELISEU CALZAVARA  
MARCOS VITOR FABRO DIAS  
LÉLIO TADEU DOS REIS  
SÉRGIO CORDEIRO DUSZCZAK

## **CONVÊNIOS**

MINEROPAR/SG-MME  
MINEROPAR/NUCLEBRAS  
MINEROPAR/CPRM

## **COLABORADORES:**

JOSÉ HENRIQUE POPP  
VALÉRIAZAMATARO  
ADRIANO RAZEIRA FILHO  
RUI SANSONOWSKI

## **CONSULTORIA**

PAULO CESAR SOARES

<b>APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>6</b>
<b>1-INTRODUÇÃO .....</b>	<b>7</b>
1.1. HISTÓRICO DA PESQUISA DE CARVÃO MINERAL NO ESTADO DO PARANÁ.....	9
1.2. DIRETRIZES DO PROGRAMA EXPLORATÓRIO .....	11
1.3. DESCRIÇÃO GERAL DOS PROGRAMAS.....	12
1.4. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS.....	14
2.1. GENERALIDADES .....	16
2.2. EVOLUÇÃO TECTONO-SEDIMENTAR .....	17
<b>3. REGIÃO SIQUEIRA CAMPOS - FIGUEIRA.....</b>	<b>19</b>
3.1. GENERALIDADES .....	19
3.2. GEOLOGIA REGIONAL.....	20
3.3. ANÁLISE ESTRATIGRÁFICA E EVOLUÇÃO AMBIENTAL.....	20
3.5. POTENCIAL EM CARVÃO DA REGIONAL .....	23
<b>4. REGIAO DE FIGUEIRA - TELÊMACO BORBA.....</b>	<b>23</b>
4.2. GEOLOGIA REGIONAL.....	23
4.3. ANÁLISE ESTRATIGRÁFICA E EVOLUÇÃO AMBIENTAL.....	23
4.4. TIPOLOGIA DE JAZIMENTOS DE CARVÃO .....	25
4.5. POTENCIAL EM CARVÃO NA REGIÃO .....	25
<b>5. REGIAO TELÊMACO BORBA - IPIRANGA .....</b>	<b>26</b>
5.1. GENERALIDADES .....	26
5.2. GEOLOGIA REGIONAL.....	26
5.3. ANÁLISE ESTRATIGRÁFICA E EVOLUÇÃO AMBIENTAL.....	26
5.4. TIPOLOGIA DOS JAZIMENTOS DE CARVÃO.....	28
5.5. POTENCIAL DE CARVÃO NA REGIÃO .....	28
<b>6. REGIAO IMBITUVA - SÃO MATEUS DO SUL.....</b>	<b>29</b>
6.2. GEOLOGIA REGIONAL.....	29
6.3. ANÁLISE ESTRATIGRÁFICA E EVOLUÇÃO PALEOAMBIENTAL.....	29
6.4. TIPOLOGIA DOS JAZIMENTOS DE CARVÃO.....	31
6.5. POTENCIAL DE CARVÃO NA REGIÃO.....	31
<b>7. AVALIAÇÃO DA ZONA DE INTERESSE IBAITI-CARVÃOZINHO.....</b>	<b>33</b>
7.1. GENERALIDADES .....	33
7.2. SITUAÇÃO GEOLÓGICA.....	33
7.3. ANÁLISE ESTRATIGRÁFICA .....	33
7.4. GEOLOGIA ECONÔMICA.....	34
7.5. AVALIAÇÃO ECONÔMICA .....	34
<b>8. AVALIAÇÃO DA ÁREA DO PROGRAMA DE TRABALHO HARMONIA .....</b>	<b>36</b>
8.1. GENERALIDADES .....	36
8.2. SITUAÇÃO GEOLÓGICA .....	36
8.4. GEOLOGIA ECONÔMICA.....	37
8.5. AVALIAÇÃO ECONÔMICA .....	38
<b>9. AVALIAÇÃO DA ZONA DE INTERESSE JOSÉ .....</b>	<b>40</b>
<b>LACERDA-MONJOLINHO.....</b>	<b>40</b>
9.1. GENERALIDADES .....	40
9.2. SITUAÇÃO GEOLÓGICA .....	40
9.3. ANÁLISE ESTRATIGRÁFICA .....	40
9.4. GEOLOGIA ECONÔMICA.....	41
9.5. AVALIAÇÃO ECONÔMICA .....	41
<b>10. AVALIAÇÃO DA ZONA DE INTERESSE MARINS .....</b>	<b>44</b>

1.1 - GENERALIDADES .....	44
10.2. SITUAÇÃO GEOLÓGICA .....	44
10.3. ANÁLISE ESTRATIGRÁFICA .....	44
10.4. GEOLOGIA ECONÔMICA .....	45
10.5. AVALIAÇÃO ECONÔMICA .....	45
<b>11. AVALIAÇÃO DA ZONA DE INTERESSE OESTE DE IPIRANGA.....</b>	<b>47</b>
11.1. GENERALIDADES.....	47
11.2. ESTRUTURA E ESTRATIGRAFIA .....	47
11.3. ANÁLISE ESTRATIGRÁFICA .....	47
11.4. GEOLOGIA ECONÔMICA DOS DEPÓSITOS DE CARVÃO .....	48
11.5. AVALIAÇÃO ECONÔMICA .....	48
<b>12. AVALIAÇÃO DA ZONA DE INTERESSE IRATI.....</b>	<b>49</b>
12.1. GENERALIDADES .....	49
12.2. SITUAÇÃO GEOLÓGICA .....	49
12.3. ANÁLISE ESTRATIGRÁFICA .....	49
12.4. GEOLOGIA ECONÔMICA .....	50
12.5. AVALIAÇÃO ECONÔMICA .....	50
<b>13. AVALIAÇÃO DA ZONA DE INTERESSE SÃO JOÃO DO TRIUNFO .....</b>	<b>52</b>
13.1. GENERALIDADES .....	52
13.2. SITUAÇÃO GEOLÓGICA .....	52
13.3. ANÁLISE ESTRATIGRÁFICA .....	52
13.4. GEOLOGIA ECONÔMICA .....	53
13.5. AVALIAÇÃO ECONÔMICA .....	53
<b>14. AVALIAÇÃO DA ZONA DE INTERESSE SÃO MATEUS DO SUL.....</b>	<b>55</b>
14.1. GENERALIDADES .....	55
14.2. SITUAÇÃO GEOLÓGICA .....	55
14.3. ANÁLISE ESTRATIGRÁFICA .....	55
14.4. GEOLOGIA ECONÔMICA .....	56
14.5. AVALIAÇÃO ECONÔMICA .....	56
<b>15. AVALIAÇÃO DA JAZIDA POTENCIAL RIBEIRAO NOVO .....</b>	<b>59</b>
15.1. GENERALIDADES .....	59
15.2. SITUAÇÃO GEOLÓGICA .....	59
15.3. GEOLOGIA DO DEPÓSITO .....	59
15.4. GEOLOGIA ECONÔMICA .....	60
<b>16. AVALIAÇÃO DA JAZIDA POTENCIAL FAZENDA HULHA/SAO GERALDO .....</b>	<b>62</b>
16.1 GENERALIDADES .....	62
16.2. SITUAÇÃO GEOLÓGICA .....	62
16.3. GEOLOGIA DO DEPÓSITO .....	62
16.4. GEOLOGIA ECONÔMICA .....	63
16.5. MINERAÇÃO .....	63
<b>17. AVALIAÇÃO DA JAZIDA POTENCIAL IBAITI .....</b>	<b>65</b>
17.1. GENERALIDADES .....	65
17.2. SITUAÇÃO GEOLÓGICA .....	65
17.3. GEOLOGIA DO DEPÓSITO .....	65
17.4. GEOLOGIA ECONÔMICA .....	66
<b>18. AVALIAÇÃO DA JAZIDA POTENCIAL CARVAOZINHO.....</b>	<b>68</b>
18.1. GENERALIDADES .....	68
18.2. SITUAÇÃO GEOLÓGICA .....	68
18.3. GEOLOGIA DO DEPÓSITO .....	69
18.4. GEOLOGIA ECONÔMICA .....	69
18.5. MINERAÇÃO .....	69

<b>19. AVALIAÇÃO DA JAZIDA POTENCIAL RIBEIRÃO DAS ANTAS.....</b>	<b>71</b>
19.1. GENERALIDADES .....	71
19.2. SITUAÇÃO GEOLÓGICA .....	71
19.3. GEOLOGIA DO DEPÓSITO .....	72
19.4. GEOLOGIA ECONÔMICA .....	72
<b>20. AVALIAÇÃO DA JAZIDA POTENCIAL CAMPINA DOS PUPOS.....</b>	<b>74</b>
20.1. GENERALIDADES .....	74
20.2. SITUAÇÃO GEOLÓGICA .....	74
20.3. GEOLOGIA DO DEPÓSITO .....	74
20.4. GEOLOGIA ECONÔMICA .....	75
20.5. MINERAÇÃO .....	75
<b>21. AVALIAÇÃO DA JAZIDA POTENCIAL FAZENDA MARÇAL .....</b>	<b>77</b>
21.1. GENERALIDADES .....	77
21.2. SITUAÇÃO GEOLÓGICA .....	77
21.3. GEOLOGIA DO DEPÓSITO .....	77
21.4. GEOLOGIA ECONÔMICA .....	78
21.5. MINERAÇÃO .....	78
<b>22. AVALIAÇÃO DA JAZIDA POTENCIAL "MINA" DO CEDRO .....</b>	<b>80</b>
22.1. GENERALIDADES .....	80
22.2. SITUAÇÃO GEOLÓGICA .....	80
22.3. GEOLOGIA DO DEPÓSITO .....	80
22.4. GEOLOGIA ECONÔMICA .....	81
22.5. MINERAÇÃO .....	81
<b>23. DEPOSITO DE CARVÃO DE SAPOPEMA.....</b>	<b>84</b>
23.1. GENERALIDADES .....	84
23.2. SITUAÇÃO GEOLÓGICA .....	84
23.3. GEOLOGIA DO DEPÓSITO .....	85
23.4. GEOLOGIA ECONÔMICA .....	85
23.5. MINERAÇÃO .....	85
<b>24. MINAS AMANDO SIMOES E POÇO 115.....</b>	<b>86</b>
24.1. GENERALIDADES .....	86
24.2. SITUAÇÃO GEOLÓGICA .....	86
24.3. GEOLOGIA DO DEPÓSITO .....	87
24.4. GEOLOGIA ECONÔMICA .....	87
24.5. MINERAÇÃO .....	87
<b>25. MINA 6 (FAZENDA MONTE ALEGRE) .....</b>	<b>88</b>
25.1. GENERALIDADES .....	88
25.2. SITUAÇÃO GEOLÓGICA .....	88
25.3. GEOLOGIA DO DEPÓSITO .....	88
25.4. GEOLOGIA ECONÔMICA .....	89
25.5. MINERAÇÃO .....	89
<b>26. CARVÃO ASSOCIADO A JAZIDA DE URANIO DE FIGUEIRA .....</b>	<b>90</b>
26.1. GENERALIDADES .....	90
26.2. SITUAÇÃO GEOLÓGICA .....	90
26.3. GEOLOGIA DO DEPÓSITO .....	90
26.4. GEOLOGIA ECONÔMICA .....	90
26.5. MINERAÇÃO .....	91
<b>27. CONCLUSOES.....</b>	<b>91</b>
27.1. EVOLUÇÃO AMBIENTAL (PORÇÃO INFERIOR DA FORMAÇÃO RIO BONITO) .....	91
27.2. AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE CARVÃO .....	92

27.3. CARACTERÍSTICAS DOS CARVÕES DO PARANÁ.....	96
27.4. AVALIAÇÃO ECONÔMICA .....	102
27.5. POTENCIAL PARA OUTROS BENS MINERAIS.....	103

## APRESENTAÇÃO

Os trabalhos de pesquisa e avaliação do potencial em carvão mineral no Estado do Paraná, desencadeados a partir da década de 20, tiveram, com raras exceções, um caráter localizado e normalmente foram impulsionados por necessidades vigentes em diferentes circunstâncias temporais.

Nesse contexto, a MINEROPAR, como empresa responsável pelo setor mineral paranaense, desenvolveu, num período de aproximadamente quatro anos, entre 1979 e 1983, o programa de pesquisa de carvão mineral no Estado do Paraná. Parte desse programa, consubstanciado no Plano de Mobilização Energética, mais particularmente entre 1980 e 1981, foi elaborado em conjunto com a Secretaria Geral do Ministério das Minas e Energia, através de convênio específico.

O trabalho realizado de forma abrangente, permitiu integrar as pesquisas, não somente ao nível do detalhe e de cada área isoladamente, mas também regionalmente, dando a conhecer a real potencialidade desse importante bem mineral e assim demonstrar o acerto e validade do esforço empreendido.

Consoante a sistemática atualmente adotada pela MINEROPAR, diversos relatórios e trabalhos de pesquisa estão sendo objeto de publicação, principalmente aqueles de maior interesse para o empresariado do setor, para instituições de pesquisa tecnológica, para companhias estaduais de mineração e para entidades universitárias.

O objetivo precípua de tal iniciativa, além de evitar que relatórios de real interesse comunitário caiam na vala comum de gavetas e arquivos, é o de contribuir para o efetivo conhecimento de nossa potencialidade mineral.

Geólogo RIAD SALAMUNI  
Diretor Presidente

## 1-INTRODUÇÃO

Em data de 11 de agosto de 1980, a MINEROPAR assinou Convênio n. 025/80 com a Secretaria Geral do Ministério das Minas e Energia, pelo qual se previa o repasse de recursos no valor de Cr\$ 150 milhões para o programa de pesquisa de Carvão Mineral no Estado do Paraná.

O Convênio em questão veio culminar uma série de esforços e gestões do governo estadual no sentido de se promover o aceleração dos trabalhos de pesquisa do carvão no Paraná, num ritmo exigido pela necessidade de se criar opções para a promoção da substituição dos derivados de petróleo.

A MINEROPAR, como empresa do Estado incumbida da prospecção de bens minerais do seu subsolo e da promoção e estímulo ao seu aproveitamento, coube a tarefa de elaborar uma estratégia de atuação e de passar à execução dos programas propostos ou à sua supervisão e controle.

A empresa iniciou, em maio de 1979, o seu projeto de pesquisa de carvão, após a constituição de uma equipe especial, trabalhando com recursos próprios.

Contudo, tornava-se flagrante a insuficiência desses recursos frente à magnitude da tarefa que se impunha como prioritária entre os diversos programas em andamento na empresa.

Com a constituição do Grupo de Trabalho para a Utilização Energética do Carvão Nacional GECAN, o governo estadual solicitou a inclusão de um representante seu naquele colegiado e, a MIN E ROPAR teve oportunidade de submeter o seu primeiro programa, com execução prevista para cinco anos, e que previa a aplicação de recursos no valor de Cr\$ 2.024 milhões em igual período.

O plano originalmente apresentado foi aprovado, mas teve que ser posteriormente reformulado parcialmente, para adequá-lo à luz de novas situações emergentes.

Nesse sentido, foi apresentado à Secretaria Geral do Ministério das Minas e Energia um Projeto Básico contendo o Programa de Pesquisa de Carvão Mineral no Estado do Paraná - Programação Anual 1980/81.

A elaboração de uma programação de duração anual prendia-se a razões de ordem técnica e à cronologia de liberação dos recursos pleiteados.

Desta programação, constavam atividades em áreas de terceiros, objetivando, além dos trabalhos que interessavam diretamente à Empresa, desenvolver outros que pudessem oferecer à mineração privada facilidades na execução de suas pesquisas.

Entretanto, o Convênio, segundo sua Cláusula Primeira, diz: "Constitui objeto deste Convênio a participação financeira da SG/MM E na execução de serviços relacionados com a prospecção de carvão mineral em áreas de concessão da MINEROPAR".

Desta forma, o programa foi redefinido e adequado, limitando a sua execução às áreas em que a MINEROPAR detivesse direitos minerários, e excepcionalmente em áreas de terceiros sob a forma de fomento.

Em face da amplitude e diversidade da pesquisa de carvão, a MINEROPAR pôde facilmente constatar a insuficiência da equipe técnica do Projeto Carvão para se desincumbir das tarefas propostas.

Duas alternativas foram levantadas para a solução do problema. A primeira era a de aumentar o corpo técnico do Projeto Carvão na razão direta dos trabalhos previstos e dos recursos liberados; e, a segunda, a de contratar outras empresas do

Setor Mineral para a sua execução, com acompanhamento do pessoal técnico da MINEROPAR.

A primeira alternativa apresenta o grave problema de que ao encerrar-se o Convênio, e na possibilidade da sua não renovação, teria a Empresa que demitir o pessoal técnico admitido e a estrutura montada, podendo causar uma crise no setor.

A segunda alternativa mostrou-se mais racional, pois ao mesmo tempo em que dava condições a que empresas do setor fossem acionadas, mantinha o corpo técnico da MINEROPAR ligado ao Projeto, porém não afetado pela indefinição da continuação ou não do Convênio.

Desta forma, foram firmados convênios que resultaram no envolvimento de 12 geólogos e 7 técnicos de nível médio da Nuclebrás e 4 geólogos da CPRM, e elaborados contratos (Tecnotema e Geosol), para a execução de levantamento geológico de semidetalhe, detalhe e sondagem, sob a coordenação e acompanhamento da MINEROPAR.

Este esquema de atuação revelou-se extremamente eficiente, pela agilidade e flexibilidade de ações, possibilitando uma otimização dos trabalhos desenvolvidos.

Coube assim à Nuclebrás a responsabilidade da execução de mapeamento faciológico na escala 1:10.000 da faixa aflorante do Membro Triunfo, numa região que anteriormente apenas era coberta na escala 1: 100.000 pela Petrobrás. Foi de extrema importância a experiência anterior das equipes da Nuclebrás nessa faixa, desenvolvida durante suas campanhas para pesquisa de urânio, o qual está em íntima associação com o carvão, permitindo o emprego da mesma metodologia de trabalho. As áreas trabalhadas pela Nuclebrás corresponderam aos Projetos Irati, com 828 km<sup>2</sup>, e Harmonia, com 290 km<sup>2</sup>.

A Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM, ficou responsável pelo levantamento em duas áreas denominadas Ibaíti/Carvãozinho, semidetalhe na escala 1: 25.000, com 250 km<sup>2</sup>, e Fazenda Hulha/São Geraldo, detalhe na escala 1: 5.000, com 20,0 km<sup>2</sup>.

À Tecnotema couberam outras duas áreas denominadas Fazenda Marins, semidetalhe na escala 1: 25.000, com 189,5 km<sup>2</sup>, e Ribeirão Novo, detalhe na escala 1: 5.000, com 20 km<sup>2</sup>.

Coube ao corpo técnico do Projeto Carvão da MINEROPAR, o acompanhamento e fiscalização nessas seis áreas, além do planejamento - Programa Integração e Avaliação Regional, a execução de trabalhos em detalhe das áreas denominadas, "Mina do Cedro" e Campina dos Pupos, em escala 1:5.000, com 12 e 22 km<sup>2</sup>, respectivamente.

Paralelamente, foi desenvolvido um programa de sondagem, tanto exploratória como em malha, num total de 5.825,16 metros, com perfilagem gama e elétrica, através de contratos com a GEOSOL e a CPRM.

Em janeiro de 1981, a MINEROPAR foi comunicada que, dos Cr\$ 150.000.000,00 (cento e cinquenta milhões de cruzeiros) constantes no Convênio, Cr\$ 50.000.000,00 (cinquenta milhões de cruzeiros) não seriam liberados. Assim, houve uma revisão dos trabalhos em desenvolvimento para adequá-los a esta nova realidade, realidade esta que impedia a definição das áreas potenciais e continuidade das pesquisas, pois os recursos liberados já estavam comprometidos.

Em fevereiro de 1981, adiantando-se ao término do Convênio em vigor (11.08.81), a MINEROPAR apresentou à SG/MME novo projeto básico em continuação ao existente, para uma melhor definição dos trabalhos em andamento. Em abril do mesmo ano, a MINEROPAR foi comunicada de que não seriam concedidos recursos a fundo perdido para desenvolvimento do programa de carvão mineral no Estado do



Paraná através desta Empresa. Ao mesmo tempo, eram liberados Cr\$ 75.000.000,00 (setenta e cinco milhões de cruzeiros) para serem aplicados, sob forma de financiamento, nas áreas denominadas Ribeirão Novo, "Mina" do Cedro e Fazenda Hulha, excluindo a área denominada Campina dos Pupos.

Considerando-se que Ribeirão Novo nesta época já estava definida como uma área antieconômica, que havia sérias dúvidas quanto à economicidade da "Mina do Cedro", que não estava concluído o levantamento geológico da área Fazenda Hulha e, finalmente, que a melhor das áreas, Campina dos Pupos, não fora contemplada com recursos, optou-se pela não aceitação do financiamento proposto.

Independente dessa nova realidade, a MINEROPAR consciente da necessidade e validade de seu programa de pesquisa de carvão, deu continuidade aos trabalhos de pesquisa propostos no projeto básico apresentado.

Nesta fase foi desenvolvido, a nível regional, a avaliação das regiões Siqueira Campos - Figueira e Telêmaco Borba - Imbituva, totalizando 5.500 km<sup>2</sup>. A nível de semidetalhe, na escala 1:25.000, foram desenvolvidos os programas de trabalho José Lacerda - Monjolinho e Oeste de Ipiranga e, com base em trabalhos realizados pela Nuclebrás, foram avaliadas as áreas de São João do Triunfo e São Mateus do Sul. A nível de detalhe, na escala 1: 5.000 foi executado o programa Ribeirão das Antas e reavaliado o potencial das minas abandonadas de Ibaiti e Carvãozinho. Paralelamente a essas atividades foram desenvolvidos trabalhos de lavra experimental e testes industriais no jazimento de Campina dos Pupos, com vistas a determinação de sua economicidade.

Como resultado, de um conhecimento inicial, fragmentário e notoriamente insuficiente, já se pode, hoje, conhecer a real potencialidade em carvão do Estado do Paraná e assim de mostrar a validade do esforço exploratório empreendido.

### **1.1. Histórico da Pesquisa de Carvão Mineral no Estado do Paraná**

A pesquisa de carvão mineral no Estado do Paraná, iniciada em 1910 e conduzida tanto pela iniciativa privada como por entidades governamentais, caracterizou-se por fases de grande intensificação dos estudos, notadamente a época da 2a. Guerra Mundial e após a Crise do Petróleo, desencadeada em 1973.

Neste retrospecto, algumas considerações de importância podem ser efetuadas e que contribuirão para uma melhor compreensão acerca da evolução da pesquisa desse bem mineral no Paraná.

No período de 1910 a 1918 a antiga Comissão do Carvão, chefiada por Israel White, e o Serviço Geológico, promoveram uma série de estudos de âmbito regional, caracterizados, sobretudo, pelos instrumentos utilizados, todos de observação geológica, em que as ferramentas eram a bússola, o passômetro e o martelo.

No período de 1918 a 1933 introduziu-se nos trabalhos de pesquisa o uso de sondagens com a execução, entre 1918 a 1926, de 6 perfurações pelo Serviço Geológico e Mineralógico Brasileiro. Entretanto, a falta de acesso e problemas de limitação tecnológica fizeram com que as perfurações fossem localizadas junto a mananciais d'água e nas proximidades dos afloramentos de carvão, o que as inutilizava como esclarecedoras da extensão e comportamento em subsuperfície da camada aflorante.

Dentro deste quadro e considerando o estágio tecnológico da época, os trabalhos efetuados abrangeram uma extensa área, desde Figueira a Siqueira Campos e trouxeram importantes contribuições: o mergulho regional do horizonte carbonífero, a

distribuição geográfica das ocorrências de carvão e o valor econômico do depósito de Ribeirão Novo, selecionando-se na faixa pesquisada, as ocorrências merecedoras de estudos detalhados.

A partir de 1934, quando se organizou o Departamento Nacional da Produção Mineral DNPM, o primeiro esforço sistemático para a pesquisa de carvão mineral foi empreendido, através de uma equipe de geólogos chefiada por Giycon de Paiva, que aplicaram diferentes métodos de prospecção como mapeamentos geológicos, levantamentos topográficos e geofísicos, sondagens em malha, amostragem e análises sistemáticas.

Nesta etapa, além da avaliação geo-econômica dos jazimentos de Barra Bonita (Ibaiti), Carvãozinho e Cambuí, o mais importante conhecimento adquirido relaciona-se a gênese dos depósitos carboníferos, com o estabelecimento de fatos novos e importantes, alguns deles tidos como verdadeiros até há pouco tempo: os tilitos da glaciação permo-carbonífera são "morenas basais", os pequenos depósitos de carvão formaram-se em depressões morfológicas elaboradas pelas águas do degelo nos tilitos, os jazimentos de maior porte associam-se a ambientes fluviais e os carvões paranaenses são autoctones.

Com a promulgação do Código de Minas e o início da 2a. Guerra Mundial (1938), intensificam-se os trabalhos de pesquisa, surgindo então várias companhias organizadas para exploração de carvão dos denominados campos carboníferos do Rio do Peixe e do Rio das Cinzas, cujas atividades estenderam-se até 1943.

Em 1959, iniciam-se as pesquisas no campo carbonífero do Rio Tibagi (Oliveira e Lemr, 1959) que resultaram na descoberta dos distritos de Salto Aparado e Campina dos Pupos e na avaliação da área José Lacerda/Monjolinho.

Dentre esses, somente Salto Aparado mostrou-se viável economicamente; Campina dos Pupos foi considerado destituído de interesse em razão das condições adversas de lavra e da qualidade do carvão. A área de José Lacerda/Monjolinho também foi relegada a segundo plano face a pequena espessura e qualidade da camada de carvão e a relação estéril/minério, assim como serviu de parâmetro para a não realização de estudos nas áreas de Imbituva e Teixeira Soares, por apresentarem características e contexto geológico similares.

Nas décadas de 50 a 60, exceptuando os trabalhos de lavra dos jazimentos da Cambuí e Salto Aparado, que atendiam a demandas setoriais, as pesquisas foram virtualmente paralisadas: a abundância, o baixo preço, a proximidade dos pontos de desembarque de petróleo, o interesse despertado pela extração de óleo da Formação Irati e a utilização de óleo combustível e diesel nas indústrias e meios de transportes tornaram antieconômico o uso do carvão como fonte energética.

A partir de 1970, foi desencadeada pelo DNPM/CPRM a segunda etapa de estudos sistemáticos para avaliar as possibilidades carboníferas do Estado do Paraná, inicialmente com a realização de pesquisas que incluíram 53 perfurações, visando ampliar os conhecimentos sobre as jazidas de carvão na Bacia do Rio do Peixe (Figueira).

Em 1973 foi desenvolvido o Projeto Carvão no Paraná, (Aboarrage e Daemon, 1979), que compreendeu um levantamento das ocorrências de carvão no Estado e a execução de 23 furos em áreas dos municípios de Imbituva e Telêmaco Borba e de outros 22 furos, equidistantes de 8 a 10 km, acompanhando toda a faixa de afloramento da Formação Rio Bonito. A meta deste projeto: "Ampliação das bacias carboníferas conhecidas, descobrimento de novas jazidas e possível aumento das reservas econômicas", contudo, não foi alcançada devido principalmente à falta de um

estudo detalhado da geologia em superfície e subsuperfície orientado em modelos paleo-ambientais como também de análises petrográficas e físico-químicas.

Em 1977, sob os auspícios do DNPM, Lenz (1977) elaborou importante trabalho, que incluiu desde integração de dados, reconhecimentos geológicos e análises ambientais, até estimativas de recursos potenciais e reservas e proposições de sondagens conferindo para as diversas áreas diferentes graus de prioridade para o desenvolvimento de pesquisas.

A execução do Projeto Noroeste de Figueira (Jorge et. alli, 1979) com vistas a definição do potencial em carvão da área situada entre a perfuração SJ-L-PR da Petrobrás, que acusou em amostra de calha uma camada carbonosa com cerca de 3 metros de espessura, e os municípios de Sapopema e Figueira, que em sondagens realizadas pela Nuclebrás também cortaram camadas de carvão, levou a descoberta do depósito de Sapopema com reservas medidas em carvão de 42 x 106 t.

Em 1981, com base nas informações obtidas nos trabalhos anteriores e subsidiado nos estudos de H. Lenz foi executado o Projeto Carvão Energético, (Aboarrage,1981) que constou numa série de sondagens localizadas principalmente nas proximidades de antigas minas, situadas na faixa compreendida entre Ibaiti e Siqueira Campos.

## **1.2. Diretrizes do Programa Exploratório**

A meta visada pelo Programa de Pesquisa de Carvão no Estado do Paraná, desenvolvido pela MINEROPAR, foi a de aumentar as reservas e expandir os atuais níveis de produção de carvão no Estado, a um nível compatível, ou mais próximo possível, com a demanda prevista para um futuro próximo.

Para alcance desta meta fez-se necessário o desenvolvimento de atividades conducentes a uma rápida definição de seu potencial em carvão, consubstanciadas não apenas nas reservas conhecidas ou razoavelmente definidas, mas também naquelas jacentes em áreas promissoras mas insuficientemente pesquisadas. A situação impôs que se procedesse a uma reavaliação das ocorrências e o aproveitamento de pequenas minas abandonadas, tidas como subeconômicas e que, face a realidade atual talvez pudessem ser exploradas para o suprimento de demandas setoriais ou localizadas.

Sob esse enfoque, o programa exploratório adotado definiu, de forma sistemática, as atividades de prospecção consideradas necessárias ao atendimento das finalidades do Projeto, de forma que se pudesse visualizar a amplitude da tarefa exploratória. Essa programação abrangeu desde a ação mais geral à mais detalhada, desde o modelo hipotético até o objetivo real da mineração, e permitiu que se compreendessem as limitações de prazo e de investimento, operacionais e geológicos no desenvolvimento do programa. Na elaboração do programa levou-se em consideração que o Projeto tinha como finalidade básica: (1) a avaliação das reservas exploráveis de carvão mineral e (2) a viabilidade, a curto e médio prazos, da exploração das reservas em fase de definição a través da implantação de pequenas minas.

Dessa forma, nos trabalhos desenvolvidos procurou-se atender a objetivos definidos, caracterizados por:

1.0) Reconhecimento das condições deposicionais que controlam a geometria, o volume e a qualidade do carvão.

2.0) Definição da estrutura geológica e seu controle na ocorrência e a espessura das camadas e teto.

3.0) Definição da geometria, volume, qualidade e economicidade das ocorrências.

O primeiro objetivo foi direcionado para a definição das relações existentes entre a qualidade e a quantidade de carvão com as condições genéticas, partindo-se do princípio que existe um controle das mineralizações pelas propriedades do meio deposicional. Como se realizou este controle na região e quais seriam os horizontes e áreas de melhor potencial carbonífero, constituíram-se em questões importantes a serem respondidas, especialmente na medida em que houve necessidade de ampliar as reservas carboníferas, com exigências crescentes de investimentos em prospectos com risco progressivamente maior.

Alguns tipos de jazimentos importantes de carvão em geometria, extensão e qualidade, são aqueles gerados em mangues, isto é, em baixios de planície costeiras ou bacias dominadas por marés associadas a construções deltáicas de baixa energia ou ainda em pântanos de baixios de planície de inundação ou planície deltaica; outros tipos menos importantes, por sua geometria alongada e estreita, são os gerados em canais abandonados da planície deltaica ou em lagunas da planície de restingas de sistemas deltaicos destrutivos. Como a geometria e disposição espacial dos corpos são diferentes em um e outro tipo de associação genética, a prospecção deverá ser orientada de acordo com as fácies genéticas detectadas na região.

Com relação ao segundo objetivo dois enfoques foram abordados (1.0) a posição atual das camadas de carvão, (tipos de falhas, valor dos mergulhos, flexuras, intrusões, etc) e (2.0) o controle que existiu por parte dos elementos estruturais no número de ocorrências e espessura das camadas de carvão.

O terceiro objetivo é a avaliação do jazimento como jazida, envolvendo reservas, condições de lavra, valor do carvão, etc.

Para atingir estes objetivos, diferentes níveis de pesquisa geológica foram desenvolvidas, pois alguns trabalhos exigem integração de dados e abordagem regional, visando definir zonas de interesse e potencial. Outros exigem abordagem local, com uma densidade de informações para avaliação geoeconômica das ocorrências que os trabalhos a serem desenvolvidos tem necessariamente de ficar restrito a uma área pequena que constitua a jazida potencial.

Um nível intermediário de operações torna-se necessário de forma a caracterizar nas zonas de interesse as áreas que constituam jazidas potenciais para detalhamento.

Dessa forma, definiu-se uma estratégia exploratória para o programa (Quadro I), onde foram estabelecidos programas de trabalho em diferentes níveis, de forma que o desenvolvimento das atividades de pesquisa permitisse uma contínua avaliação dos prospectos, com a execução das operações do forma simultânea e escalonada. Em consequência, considerou-se adequada a execução de programas de trabalho, caracterizados por objetivos e métodos diferentes, nos seguintes níveis: Programa de Trabalho em Nível Regional; Programa de Trabalho em Nível de Semidetalhe e Programa de Trabalho em Nível de Detalhe.

### **1.3. Descrição Geral dos Programas**

#### **Nível Regional**

A análise regional teve por finalidade a identificação de zonas de interesse, ou sejam, áreas que são favoráveis à ocorrências de depósitos carboníferos, classificando-os por seu potencial. O potencial dessas zonas de interesse foi definido em função da análise dos parâmetros que condicionam os objetivos dos trabalhos nesse estágio de avaliação, abaixo especificados: - tipo e forma das bacias deposicionais - mobilidade tectônica

- ambientes paleo-geomórficos
- qualidade dos sedimentos carbonosos
- ocorrência, tipos e significado das camadas de carvão
- profundidade dos horizontes prospectáveis

O programa desenvolvido propunha como objetivos principais a definição de tipos genéticos de jazimentos, a definição de áreas mais favoráveis para extensão das zonas carboníferas e para novas descobertas nas porções mais profundas da bacia, a revisão dos conceitos existentes sobre as ocorrências de carvão conhecidas e a elaboração de um acervo de informações úteis sobre o carvão no Estado do Paraná, por nível de detalhe e por área.

As atividades realizadas nesse nível foram de integração de informações existentes, reinterpretação e definição de modelos genéticos alternativos, utilizando-se o grande volume de informações, oriundas das pesquisas realizadas para carvão, urânio e petróleo na faixa carbonífera do Estado do Paraná.

As operações desenvolvidas constaram basicamente da composição de mapas e seções faciológicas, utilizando-se as informações obtidas na revisão e interpretação faciológica de perfis e testemunhos de sondagens existentes. Nesta etapa foram determinados a relação de preferência entre os depósitos carbonosos e as fácies ocorrentes acima e abaixo do carvão (associações preferenciais), a relação de preferência entre tipos de carvão, fácies e zonas paleo-geomórficas (avaliação de tendências) e os tipos de carvão quanto a composição orgânica e teor de enxofre.

A escala básica de trabalho é de 1: 100.000.

### **Nível de Semidetalhe**

Os estudos de semidetalhe visaram definir a existência ou não de jazidas potenciais nas zonas de interesse, indicadas pelos trabalhos regionais ou selecionadas em função do conhecimento atual das ocorrências de carvão e ambientes associados.

Consideram-se zonas de interesse, áreas possuindo em torno de 100-200km<sup>2</sup> que, pelos seus atributos de espessura, profundidade e qualidade do carvão, já conhecidos, são favoráveis.

Os programas de trabalho elaborados para o desenvolvimento de pesquisas nesse nível foram justificados em função da avaliação desses atributos e portanto, teve como objetivos principais e determinação dos seguintes parâmetros: espessura, variabilidade e distribuição das camadas de carvão, tipo genético de jazimento a ser determinado pelas condições deposicionais que influenciaram a geometria, volume e qualidade do carvão, qualidade do carvão e cobertura de estéril.

A escala básica de trabalho é de 1: 25.000 e 1: 10.000.

### **Nível de Detalhe**

A finalidade dos programas de trabalho em nível de detalhe foi a de selecionar, a curto prazo, áreas para a implantação de pequenas unidades mineiras, definindo todas as características necessárias à decisão sobre a viabilidade de lavra.

Tem-se considerado como jazidas potenciais merecedoras desse nível de investigações, aquelas áreas em que as informações disponíveis permitem inferir a existência de uma reserva superior a 300.000 toneladas, explorável a céu aberto ou através de galerias a meia encosta.

As várias ocorrências conhecidas, algumas delas parcialmente pesquisadas, outras já cubadas, ou mesmo mineradas na década de 40 e SO, e que foram posteriormente consideradas sub-econômicas, são também classificáveis como jazidas potenciais e foram incluídas nos prospectos executados ou reavaliados. Os métodos e operações desenvolvidos para avaliação dos -prospectos, obedeceram a uma seqüência de envolvimento progressivo, de forma que as operações de custo mais elevado pudessem ser definidas com mais objetividade ou suspensas, em função das informações depreciadoras que viessem a ser obtidas.

A programação teve como objetivos a serem atingidos a definição da geometria e posição espacial das camadas de carvão (isópacas e contorno estrutural), da categoria e valores de reservas segundo a qualidade e a espessura da cobertura do estéril, da variabilidade da espessura e da qualidade do carvão, das condições de lavra (céu aberto, galerias a meia encosta, outros métodos) e sua avaliação econômica (mercado, custos, áreas de consumo, recuperação de enxofre e outros subprodutos).

### **Programas em avaliação e Lavra**

São descritos os depósitos de carvão pertencentes a iniciativa privada ou órgãos governamentais onde estão sendo desenvolvidos trabalhos de avaliação (cubagem de reservas, estudos de pré-viabilidade econômica, etc) e de desenvolvimento e lavra. Ao primeiro grupo pertencem o depósito de Sapopema, em estágio de pré-viabilidade econômica, realizada sob a responsabilidade das empresas Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM, Minerais do Paraná S/A - MINEROPAR e Companhia Paranaense de Eletricidade - COPEL, e o depósito de carvão associado a jazida de urânio de Figueira pertencente as Empresas Nucleares Brasileiras S/A - NUCLEBRAS. No segundo grupo estão as jazidas em desenvolvimento e/ou lavra da Companhia Carbonífera Cambuí (Minas Amando Simões, Poço 115 e Minas 07 e 08), e da Klabin do Paraná Mineração S/A (Minas 06 e 02).

Os objetivos buscados com a descrição dos trabalhos em desenvolvimento nesses depósitos, onde procurou-se levantar dados relativos as características das camadas de carvão, reservas, valores atuais de produção, método de lavra, utilização de subprodutos, etc, foi a de complementar este trabalho e conseqüentemente oferecer um panorama completo do potencial e perspectivas do carvão mineral no Estado do Paraná.

#### **1.4. Atividades Desenvolvidas**

O quadro apresentado abaixo sintetiza os dados físicos de produção alcançados durante os trabalhos de prospecção de carvão mineral desenvolvidos pela Mineropar.

<b>ATIVIDADES</b>	<b>TOTAL</b>
Avaliação regional	11.500 km <sup>2</sup>
Mapeamento geológico de semidetalhe, na escala 1:25.000 e 1:10.000	2.029 km <sup>2</sup>
Mapeamento geológico de detalhe, na escala 1:5.000	146 km <sup>2</sup>
Sondagem e perfilagem	5.825,16m
Levantamentos geofísicos	2,4 km <sup>2</sup>
Furos a trado	150,75m
Proposição de furos pioneiros para carvão ao DNPM	08 un.
Afloramentos descritos	3.163 un.
Ocorrências de carvão cadastradas	280 un.
Perfis e seções	483 un.
Análises para carvão realizadas	483 un.
Poços, cachimbos e trincheiras	109 un.

### **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem o apoio recebido durante a execução dos trabalhos, em especial ao Eng. Antonio de Souza Mello Netto e ao geólogo Elimar Trein, respectivamente ex-diretor presidente e ex-diretor técnico da Mineraiis do Paraná S. A. - MINEROPAR.

A atual diretoria que ratificou a importância desse trabalho fica também registrado os nossos agradecimentos.

Ao geólogo Paulo César Soares pela orientação, revisão crítica do texto e proveitosas discussões técnicas mantidas durante a elaboração do presente relatório.

Aos geólogos Elimar Trein, Mário Lessa Sobrinho, Osvaldo Fritzsons Junior, João Carlos Biondi e José Alcides Fonseca Ferreira, pelo apoio e estímulo dispensado.

Aos economistas Noé Vieira dos Santos e Hernany Ferreira e ao contador Gary Bueno das Chagas, integrantes do Projeto Carvão da MINEROPAR que direta ou indiretamente tornaram possível a apresentação desses resultados.

Ao Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM, que apoiou o Projeto através de sondagens e em especial ao geólogo Waldir Benedito Ramos pela autorização das locações das sondagens.

Aos geólogos Michael Aboarrage, Luiz Mauro Silva e Silvia Maria de Moraes da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM que cooperaram com informações sempre que solicitado.

Aos colegas Cidoney José Siniski, Márcia Milani Sandri, Beatriz Rodacoski, Maria Zilda Delalibera, Gislaine Crocetti Sampaio Prockrandt, Carlos Alberto Pinheiro Guanabara e Sandra Dias Corrêa, integrantes das seções de desenho, datilografia e controle de áreas da MINEROPAR.

## **PROGRAMA DE AVALIAÇÃO REGIONAL SELEÇÃO DE ZONAS DE INTERESSE**

- 1 - SIQUEIRA CAMPOS - FIGUEIRA
- 2 - FIGUEIRA - TELÉMACO BORBA
- 3 - TELÉMACO BORBA - IPIRANGA
- 4 - IPIRANGA - SÃO MATEUS DO SUL

## **2 - ESTRUTURA E ESTRATIGRAFIA DA BACIA DO PARANÁ**

### **2.1. Generalidades**

A Bacia do Paraná, conforme a classificação de Weecks insere-se no tipo interior remoto, ou seja, desenvolvida no interior continental e desvinculada das



margens do craton. Na classificação de Siooss é uma bacia interior ou intracratônica. Na classificação de Klemme seria uma bacia tipo I, interior simples. Calcado na análise de mapas de contorno do embasamento da Bacia verifica-se que sua configuração, num perfil transversal, mostra uma progressiva redução de mergulho das bordas para o centro e uma forma aproximadamente elíptica, aberta para sudoeste.

Segundo a interpretação de Soares (1978) esta configuração "resulta da subsidência do embasamento, através de um processo de flexão da placa litosférica, não sendo portanto, produzida por abatimentos de blocos ao longo de grandes falhamentos". Como decorrência considera também que "as principais unidades estruturais da bacia (arqueamentos marginais, arqueamentos interiores e embaciamentos, de Sanford e Lange, 1960; Northfleet et alli. 1969 e Fúlfaro, 1970), de ativa atuação durante sua evolução tectono-sedimentar, devem ser consideradas alterações no processo de flexão litosférica e as estruturas locais como rupturas na parte superior da crosta deformada".

## **2.2. Evolução Tectono-Sedimentar**

A história evolutiva da Bacia do Paraná foi implantada na Plataforma Sul-Americana, sobre um embasamento cratônico, consolidado no Cambro-Ordoviciano. Fazem parte deste embasamento o Estado do Paraná os domínios lito-estruturais de idade arqueana do Complexo Gnáissico-Migmatítico Costeiro (DNPM, 1981), em grande parte rejuvenescido no ciclo Brasileiro, os metassedimentos do Grupo Açungui, ao qual associam-se extensos corpos graníticos sin- e tardi-tectônicos e grandes sistemas de falhamentos de direção NE além das bacias molássicas cambro-ordovicianas (Formações Castro, Guaratubinha e Camarinha).

A Formação Furnas (Devoniano, Grupo Paraná), representa os primeiros depósitos que preservam as condições tectônicas que permitem associar à bacia intracratônica. Sua porção inferior, em grande parte aflorante no Estado do Paraná, constitui-se de depósitos arenosos continentais imaturos do início da subsidência, quando ainda existiam terras altas e E-N E, remanescentes não aplainadas do ciclo erosivo pré-Devoniano. Na porção superior desta unidade os arenitos têm melhor seleção, já com características de areias litorâneas, denotando a influência da transgressão marinha que deu origem à Formação Ponta Grossa, sobreposta.

A Formação Ponta Grossa, representa a deposição em águas mais profundas, aparentemente de caráter nerítico, caracterizado pelo aprofundamento da bacia na primeira metade do ciclo (Membro Jaguariaíva), seguida de uma fase regressiva (Membro Tibagi), ocasionada pelo desenvolvimento do alto de Três Lagoas (Northfleet et al, 1969), que culmina com fluxos de clásticos grosseiros, retrabalhados em ambiente litorâneo. O Membro São Domingos, corresponde à retomada da subsidência e aprofundamento máximo da lâmina d'água, que resultou no acúmulo de espesso pacote de lamitos pretos a cinza escuros, por vezes betuminosos. A ausência dos depósitos regressivos desta sequência deve ser atribuída à remoção pelo ciclo erosivo subsequente.

Após o Fransniano, intenso soerguimento afeta o sítio de sedimentação devoniana, provocando erosão de parte não estimada de sua coluna sedimentar. Nesta fase o mar recuou, e as camadas foram basculadas para norte e localmente deformadas por falhas e, sobre estas veio a se depositar o Grupo Itararé em discreta discordância angular. Iniciou-se este novo ciclo de sedimentação somente no Carbonífero superior.

Entre o Carbonífero superior (Stephaniano) e o Permiano médio (Kunguriano) as características da sedimentação refletem maior movimentação tectônica, com elevada ascensão das estruturas positivas (Arco de Campo Grande, Canastra, etc) e subsidência de depocentros (Dourados; Soares, 1983), adotando a faixa de maior subsidência da bacia a posição NNE que a caracteriza. Acresce a essa mobilidade tectônica uma grande diversidade de paleoambientes, continentais, transicionais e francamente marinhos, causando rápidas variações laterais e horizontais de litofácies.

Este ciclo tectono-sedimentar inicia-se com a deposição do Grupo Itararé, que sofreu a influência de massas glaciais, responsáveis por grande parte do aporte de elásticos à bacia e localmente pelo processo deposicional. O Grupo Itararé apresenta a sul, na sua porção basal, uma sedimentação predominantemente pelítica com cores castanhas (Formação Campo do Tenente) e, a norte (São Paulo, Mato Grosso, Goiás), depósitos arenosos médios a grosseiros, de cores avermelhadas (Formação Aquidauana). A porção média, Formação Mafra, formada predominantemente por arenitos de cores claras com espessas intercalações de siltitos e folhelhos na porção superior, reflete o aprofundamento da bacia com o início da transgressão marinha vinda de sudoeste. A Formação Rio do Sul caracteriza o clímax desta fase transgressiva, com a deposição de elásticos finos e folhelhos (Folhelhos Guaraúna e Passinho).

No final da deposição da Formação Rio do Sul (Artinskiano) verifica-se uma diminuição da influência glacial e tem início uma nova fase regressiva com o desenvolvimento de extensos sistemas flúvio-deltáicos cujos sedimentos fazem parte desta e da Formação Rio Bonito (Membro Triunfo). Essas condições deposicionais aliadas à presença de vegetação abundante (**Paracalamites**, **Annularia**, **Glossopteris**, etc) e o clima favorável permitiram a geração de extensas turfeiras e desenvolvimento de camadas de carvão. Contemporaneamente a parte norte do Paraná e sul de São Paulo é alvo da atuação de soerguimento sub-regional com falhamentos sin-sedimentares com erosão de parte da porção superior da Formação Rio do Sul e conseqüente deposição, em discordância erosiva, do Membro Triunfo, sobre esta unidade.

No Permiano médio (Kunguriano) a retomada da subsidência é generalizada, desenvolvendo-se um ciclo sedimentar aproximadamente simétrico. O avanço da sedimentação marinha retrabalhou, a sul da região do atual Arco de Ponta Grossa, o intervalo basal da Formação Rio Bonito, depositando uma seção de siltitos, arenitos bem selecionados e calcários em ambientes litorâneos e de planície de marés (Membro Paraguaçu).

Na passagem do Kunguriano ao Kazaniano acentua-se a transgressão marinha que atinge seu clímax por ocasião da acumulação da Formação Palermo, cujos depósitos ultrapassaram os atuais limites da bacia. A partir deste máximo inicia-se a passagem paulatina das condições de mar epicontinental raso em ambiente de baixa energia para ambiente aquoso restrito, com salinidade anormal e desenvolvimento de condições euxínicas que caracterizam os depósitos da Formação Irati.

Ao final da Kazaniano, verificou-se intenso soerguimento do arco marginal de Assunção cuja influência na sedimentação iniciada já na Formação Palermo atinge o auge a época da deposição do Grupo Rio do Rastro. Gama Jr. (1979) interpreta os depósitos desta unidade como derivados do assoreamento de um mar epicontinental por três sistemas deposicionais contemporâneos: a plataforma epinerítica Serra Alta; a planície de marés Corumbataí a norte, e o sistema deltaico Serra do Espigão (Formações Teresina e Rio do Rastro) na região central da bacia, progradando sobre a plataforma nerítica, alimentado por rios provenientes da borda oeste da bacia.

Cessada a deposição da Formação Rio do Rastro sobreveio um ciclo erosivo de proporções continentais (Triássico Inferior) denominado Gondwana (King, 1956 e Soares, 1973), com soerguimento e erosão mais intensos nos francos norte (Estado de São Paulo) e sul (Estado do Rio Grande do Sul).

No Triássico médio, duas sub-bacias se apresentam, refletindo a presença de um soerguimento dômico na região do Arco de Ponta Grossa e pouco mais ao sul (Alto de Porto União). A bacia posicionada a norte acumulou a Formação Pirambóia, em ambiente fluvial e de planície de inundação e, a sul, a Formação Rosário do Sul, com espessura em torno de 800 metros, indica área local de maior subsidência.

No Jurássico, a extensa bacia de sedimentação fluvial transforma-se progressivamente num imenso deserto com a sedimentação predominantemente eólica da Formação Botucatu. Segundo a interpretação de Soares (1982) esta mudança paleogeográfica na Bacia provavelmente está associada ao elevado gradiente geotérmico desenvolvido na região do grande domo térmico, que precedeu a ruptura continental e o vulcanismo básico. Neste episódio o Arco de Ponta Grossa foi um elemento ativo, tendo em vista o enxame de diques N45W alojados nesta região, cortando até mesmo os derrames.

Ao final deste ciclo (Jurássico Superior e Cretáceo Inferior) quando ainda perduravam condições desérticas, iniciou-se a atividade vulcânica representada pelos extensos derrames de lavas basálticas da Formação Serra Geral associadas à intrusões, em forma de diques e soleiras de diabásio., posicionadas ao longo de toda a seção sedimentar da bacia.

Após o vulcanismo Serra Geral (Cretáceo Inferior), sobre uma superfície erosiva esculpida nos basaltos (Soares e Landim 1975), iniciou-se a sedimentação eólica da Formação Caiuá num embaciamento situado a noroeste do Paraná e oeste e sudoeste de São Paulo.

Após a sedimentação do Caiuá (Cretáceo Médio), o Arco de Ponta Grossa torna-se novamente ativo, provocando o retrabalhamento dos arenitos desta unidade, e sua redeposição mais a norte para, parcialmente, constituírem a fácies Santo Anastácio do Grupo Bauru. No Mioceno, em nova fase de quiescência tectônica, a erosão suplanta o soerguimento, provocando a formação de extenso peneplano, sobre o qual foram deixados depósitos aluviais residuais e raramente lacustres. No fim do Mioceno reinicia-se novamente o soerguimento da Serra do Mar, Arco de Ponta Grossa e Arco de Canastra, com grande intensidade no Plioceno e Recente (Soares e Landim, 1975, Fulfaro, 1975).

### **3. REGIÃO SIQUEIRA CAMPOS - FIGUEIRA**

#### **3.1. Generalidades**

Situada na porção centro norte do Estado do Paraná, a região estudada (Cava, 1982) possui cerca de 300 km<sup>2</sup> e engloba o Campo Carbonífero Rio das Cinzas e parte do Campo Carbonífero do Rio do Peixe. Um volume grande de pesquisas isoladas para carvão e urânio foi realizado na área, com a execução de quase 100 perfurações. São disponíveis ainda mapas geológicos 1:100.000 (Vieira e Maingue, 1972), 1:25.000

(Mineropar, 1981) e perfis de campo (Nuclebrás, 1979). A extrapolação das informações na área apresenta grande dificuldade devido a concentração de trabalhos em alguns locais e a falta de grande parte do registro geológico ocasionada por processos erosivos atuais.

### **3.2. Geologia Regional**

A área insere-se no flanco norte do Arco de Ponta Grossa e apresenta exposições de rochas pertencentes a porção superior do Grupo Itararé (Formação Rio do Sul), Grupo Guatá (Formações Rio Bonito e Palermo) e Grupo Passa Dois (Formações Irati, Serra Alta e Terezina). A principal particularidade da estratigrafia é a perda das características das Formações Rio Bonito e Palermo, conforme definidas a sul, substituídas gradativamente pelas características da Formação Tatuí, na parte norte. Estruturalmente acha-se afetada por falhas e diques de diabásio N45W e N45E, com rejeitos desde poucos metros até uma centena de metros, destacando-se o Domo de Quatiguá, estrutura com cerca de 200 km<sup>2</sup>, delimitado por falhamentos normais de direção noroeste e nordeste.

### **3.3. Análise Estratigráfica e Evolução Ambiental**

A sequência analisada abrange os sedimentos glaciênicos da porção superior do Grupo Itararé, os depósitos flúvio-deltaicos do Membro Triunfo, unidades portadoras de carvão; e a base do Membro Paraguaçu. A correlação de perfis e análise de mapas e diagrama de fácies permitiu discriminar as diferentes fácies genéticas da sequência estudada, as características paleo-topográficas do topo do Grupo Itararé e sua influência na sedimentação do Rio Bonito.

#### **a) Análise Estratigráfica**

- Grupo Itararé (porção superior da Formação Rio do Sul)

Este intervalo engloba duas associações litológicas distintas: a associação constituída predominantemente por lamitos conglomeráticos (diamictitos) com raras intercalações de peritos tem, grosseiramente, como limites geográficos, a faixa compreendida entre as cidades de Siqueira Campos e Figueira, estendendo-se em direção norte e noroeste. A outra, dominante a sul e sudoeste, engloba corpos arenosos imaturos e peritos depositados em canais e planícies de inundação e sedimentos lacustrinos e paludais com diamictitos e ritmitos intercalados, retrabalhados em planícies aluviais e litorâneas, em transição para depósitos marinhos na região de Figueira.

A análise do comportamento estratigráfico e faciológico permitiu caracterizar que o topo do Grupo Itararé a época da sedimentação Rio Bonito, constituía um quadro morfológico com terras altas a norte e nordeste; a faixa marginal, a sul e sudeste, permaneceu em plano inferior, favorecendo maior acúmulo e posterior preservação da sedimentação Triunfo (Fig. 1). Em consonância com tal configuração esta unidade possui espessuras de até 70 metros nas áreas paleo-baixas e na direção norte e noroeste acunha-se rapidamente, até desaparecer, cedendo lugar a deposição do Membro Paraguaçu. Este relevo configura um soerguimento sub-regional com eixo NE

e falhas associadas com escultura de vaies nos quais depositaram-se as maiores espessuras. Sua origem pode ser atribuída a falhamentos contemporâneos à sedimentação Triunfo em função dos seguintes elementos favoráveis: assimetria e magnitude do relevo (gradientes superiores a 5 m/km), orientação sistemática na direção nordeste e sudoeste, falta de correlação entre as fácies situadas a sudoeste e noroeste do Grupo Itararé, falta de correlação e de variações faciológicas compatíveis entre as associações lateralmente posicionadas na época da sedimentação do Membro Triunfo com as associações do Grupo Itararé forte espessamento do Membro Triunfo nas porções mais continentais.

#### - A sedimentação fluvial do Membro Triunfo

Esta representada por arenitos grosseiros a conglomeráticos e conglomerados, arcoseanos, textura e mineralogicamente imaturos, em especial retrabalhados do Grupo Itararé. Delgados leitos de siltitos cinza escuros e restos carbonosos são raramente observados. Os conglomerados mostram seixos imbricados e os arenitos, estratificação cruzada planar e acanalada conferida por seixos. Esta associação grada vertical e lateralmente para corpos de arenitos estratificados médios a grosseiros, com contatos basal abrupto, e superior transicional para arenitos finos, siltitos, folhelhos carbonosos e níveis de carvão. Estas associações são representativas de todo o Membro Triunfo na área de Siqueira Campos, ocupando, na área de Ibaiti e Carvãozinho, a sua porção basal, localmente preenchendo paleo-vales. O contato com as diferentes litologias do Grupo Itararé é erosivo e sua espessura varia desde 0 a 70 metros. As relações de fácies mostram um padrão de suprimento e gradiente deposicional de nordeste para sudoeste, com clastos grosseiros e conglomerados margeando os altos do relevo e os finos formando depósitos nas porções topograficamente mais elevadas. Interpreta-se estas associações como depósitos de canais fluviais anastomosados em transição para planície de rios meandrantés (fig. 5).

#### - A sedimentação deltaica do Membro Triunfo

Em razão de processos erosivos atuais constatou-se na área estudada somente resquícios desses depósitos que se acham representados por duas associações litológicas: a pelito carbonosa constitui-se de siltitos e folhelhos carbonosos, e delgadas camadas de arenitos muito finos micáceos e carbonosos. A presença de camadas de carvão é comum. Laminação paralela, ondulada, lenticular, "flaser" e bioturbação são estruturas sedimentares comuns. Sua ocorrência se restringe às áreas de Ibaiti e Carvãozinho, ocupando os flancos do paleo-relevo. Suas características sugerem depósitos de lagunas e mangues costeiros protegidos por barras e barreiras associadas a processos de supra marés. A associação arenitos finos - muito finos compõe-se por arenitos muito finos a finos, bem selecionados com gradação para siltitos escuros, localmente portadores de folhelhos carbonosos e lâminas de carvão. O contato com a associação pelito carbonosa é transicional, por variação lateral, e discordante com o Grupo Itararé. É interpretado como depósitos de barras e barreiras litorâneas transgressivas (Fig. 4).

#### - Membro Paraguaçu (porção inferior)

Constitui-se de arenitos muito finos a finos, bem selecionados, siltitos de cores variadas, incluindo marrom e arroteada, e intercalações de camadas de calcário. Esta associação recobre indistintamente o Membro Triunfo e o paleo-relevo remanescente do Grupo Itararé. Na área de Siqueira Campos intercalam-se corpos arenosos médios a grosseiros, provavelmente resultantes de canais do sistema fluvial, afogados. É interpretada como depósitos de plataforma clasto-carbonática e de planícies de marés, originados pela transgressão do Membro Paraguaçu (fig. 2).

## **b) Evolução Ambiental**

**1)** No Permiano inferior (Sakmario-Artinskiano) a região foi sítio da deposição de sedimentos elásticos grosseiros de canais e litorâneos numa plataforma periglacial, numa fase regressiva, acompanhada por avanços e recuos de lobos glaciais. Nesta época a acumulação de depósitos de carvão (Ribeirão Novo) foi feita em condições desfavoráveis, em virtude do regime de alta energia e suprimento que caracterizam esses ambientes, impedindo o desenvolvimento de camadas espessas.

**2)** Durante o Artinskiano-Kunguriano processou-se na região uma fase de soerguimento com subsidência diferencial acompanhada de processos erosivos, favorecendo a formação de gradientes deposicionais elevados e alto suprimento de elásticos. Precedendo ou acompanhando estas condições teve início a sedimentação Triunfo com o desenvolvimento de depósitos de leques aluviais, num sistema de rios anastomosados, em transição para planície de rios meandrantés. Com a elevação do nível do mar e assoreamento parcial do relevo imperaram na região de Figueira condições de planície deltaica, num sistema deltaico retrogradacional, com formação de turfeiras nos flancos dos paleo-altos e paleo-vaes, protegidas por barras e barreiras litorâneas e associadas a processos de supra-marés (associações pelito carbonosa e de arenitos finos-muito finos, (fig. 3).

**3)** No final do Kunguriano a transgressão do Membro Paraguaçu é generalizada, retrabalhando parte da planície deltaica e afogando os canais de sistema fluvial, sob a forma de areias litorâneas, culminando com a deposição do pacote siltico carbonático e recobrimento total do relevo remanescente do Grupo Itararé.

## **3.4. Tipologia dos Jazimentos de Carvão**

Os alimentos de carvão na área apresentam espessura pequena (0,50m), descontinuidade lateral elevada, reservas inferiores a  $0,4 \times 10^6$  toneladas, alto teor de enxofre (8%) e de cinzas (30 a 50%). São classificados como semi-betuminoso a betuminoso baixo volátil C/A, localmente com características antracitosas (Ibaiti e Fazenda Hulha), provavelmente resultantes do aquecimento local produzido por diques de diabásio.

Os carvões de Ribeirão Novo são de idade Sakmario-Artinskiano (**Botriochipsis, Concordantes e Paracaiamites**) e formados em planícies aluviais/costeiras em zonas periglaciais. O alimento de Fazenda Hulha/São Geraldo situa-se na província de rios meandrantés, em baixios de inundação. Os alimentos de

Ibaiti e Carvãozinho flanqueiam a planície deltaica ocupando paleo-vales e baixios elevados do paleo-relevo, associados a processos de supra-marés.

### **3.5. Potencial em Carvão da Regional**

O potencial em carvão na região é pequeno em função dos seguintes aspectos: 1.0) não deposição do Membro Triunfo na maior parte da área, devido as condições, paleotopográficas do Grupo Itararé; 2.0) condicionamento dos ambientes a morfologia do relevo e características dos sistemas deposicionais; 3) avanço rápido da transgressão do Membro Paraguaçu; 4) erosão dos prováveis ambientes favoráveis pelos processos de denudação atuais.

## **4. REGIAO DE FIGUEIRA - TELÊMAGO BORBA**

### **4.1. Generalidades**

A área estudada (Soares e Cava, 1981 ), situa-se na porção centro leste do Estado do Paraná e possui uma extensão de aproximadamente 2000 km<sup>2</sup>. A região encerra os mais significativos jazimentos de carvão do Paraná: Sapopema, Cambuí, Salto Aparado e Campina dos Pupos, pertencentes aos Campos Carboníferos do Rio do Peixe e do Rio Tibagi. São disponíveis na área grande volume de informações, representadas por perfis de mais de 500 furos de sondagens, mapas geológicos na escala 1:1 00.000 (Vieira e Maingue, 1972), 1:25.000 e 1:10.000 (CPRM e Nuclebrás, 1981) e seções geológicas de campo (Projeto Harmonia, Mineropar/Nuclebrás, 1981).

### **4.2. Geologia Regional**

Situada no franco norte do Arco de Ponta Grossa, a área apresenta exposições de rochas da

porção superior do Grupo Itararé (Formação Rio do Sul), Grupo Guatá (Formações Rio Bonito e Palermo) e Grupo Passa Dois (Formações Irati, Serra Alta e Terezina). Estruturalmente está compartimentada em blocos delimitados por falhas verticais N45-70W, na maioria dos casos preenchidas por diques de diabásio. No geral, os blocos estão adernados para norte, em forma escalonada, com o lado alto a sul. Os rejeitos são variáveis chegando a ultrapassar 100 metros. São comuns enxames de diques de diabásio, com variada densidade e espessura que as vezes atingem 200 metros.

### **4.3. Análise Estratigráfica e Evolução Ambiental**

Os estudos envolveram os sedimentos glaciógenos do topo do Grupo Itararé, a sedimentação flúvio-deltaica do Membro Triunfo, portadora de camadas de carvão, e a base do Membro Paraguaçu. A correlação de perfis permitiu a subdivisão da sequência em intervalos correlatos, para os quais são apresentados mapas de isópacas e fácies (fig. I a 8). A análise dos mapas e das propriedades dos perfis litológicos propiciou a

classificação genética e extrapolação em área das fácies características dos diferentes intervalos.

#### a) Análise Estratigráfica

##### - Intervalo DE (porção inferior do Membro Triunfo)

Constitui-se por arenitos médios a grosseiros com intercalações de conglomerados, em geral retrabalhados, do Grupo Itararé, e raros corpos pelíticos acinzentados com intensa variação lateral para arenitos. Estratificação cruzada, gradação normal e inversa e seixos imbricados são comuns nos elásticos grosseiros, indicando deposição em canais com alta energia e carga. Na porção sul da área, predominam corpos de arenitos finos a médios, estratificados, e siltitos arenosos com bancos arenosos intercalados, implicando na deposição em canais meandantes e planícies de inundação. Estas fácies foram depositadas em uma paisagem erosiva com relevo irregular, localmente confinada em paleo-vales. Apresentam distribuição irregular, em corpos alongados na direção oeste, com espessuras desde 0 a 30 metros (fig. 5). São interpretadas como resultantes da inter-relação entre depósitos de pequenos leques de piemonte para planície de rios anastomosados em transição para planície de rios meandantes.

##### - Intervalo CD (porção média e superior do Membro Triunfo)

Constituído por três associações litológicas distintas, este intervalo ocorre em toda a área, excetuando à porção extrema nordeste. Sua espessura varia de 0 até 60 metros, sendo as máximas em paleo-vales e as mínimas nos altos do paleo-relevo (fig. 2 e 7). A associação arenitos médios-siltitos escuros apresenta corpos com arenitos grosseiros a conglomeráticos na base, gradando para o topo até siltitos. A distribuição horizontal é restrita, sob a forma de lentes em seções direcionais. Os siltitos são cinza-escuros e apresentam laminação paralela e intercalações de arenitos finos e folhelhos com leitos de carvão. É interpretada como depósitos de planície de meandros e de canais distributários e baixios interdistributários. A associação pelito carbonosa-carbonática constitui-se de siltitos e folhelhos carbonosos cinza escuros a preto intercalados a delgadas camadas de arenitos finos com restos carbonosos, de corpos arenosos acanalados e camadas de carvão e de siltitos com leitos de calcário, em transição, para siltitos variegados e calcários. É interpretada como mangues e lagunas costeiras protegidas por barras e barreiras arenosas. A associação constituída por arenitos muito finos a finos, bem selecionados, com gradação lateral para siltitos, interdigitados com siltitos carbonosos e lâminas de carvão é interpretada como depósitos de barreiras, praias e lagunas.

##### - Intervalo AC (porção inferior do Membro Paraguaçu)

Compõe-se de siltitos de coloração marrom e arroxeadas com intercalações de arenitos muito finos a finos, bem selecionados, e delgadas camadas de calcários. Como estruturas sedimentares apresentam marcas onduladas, lenticular, "f laser" e bioturbação. São interpretados como depósitos de planície de marés e de plataforma clasto-carbonática (fig. 3 e 4).

#### b) Evolução Ambiental



Com base na análise das informações coligidas, interpreta-se a evolução ambiental da área da seguinte forma:

1.) No Permiano inferior (Sakmariiano-Artinskiano) o topo do Grupo Itararé constituía uma superfície irregular, erosiva, configurando paleo-vales e paleo-altos. A assimetria e orientação sistemática na direção oeste do paleo-relevo e o maior espessamento do intervalo DE nas porções mais continentais são argumentos favoráveis a falhamentos contemporâneos com a sedimentação, formadores do relevo.

2.) Durante o Kunguriano, em consonância com a morfologia da região, o início da sedimentação Triunfo foi dominada por sistemas de rios anastomosados e leques aluviais, com transição para planície de rios meandrantos. Com o assoreamento parcial do relevo e elevação do nível do mar dominam na área as condições de planície deltaica, já sob os efeitos de um ciclo transgressivo. O sistema deltaico retrogradacional desenvolvido, é dominado pela ação de ondas a sul e por marés a norte, o que permitiu nesta área o desenvolvimento de extensas turfeiras. Ao final do sistema deltaico resultou no afogamento dos canais e aplainamento do relevo, com rápida transgressão, ainda com geração de turfeiras em baixios protegidos do paleorelevo.

3.) No final do Kunguriano, a região é sítio da deposição de sedimentos costeiros transgressivos de barras e barreiras a sul e de planície de marés a norte, evoluindo para plataforma marinha no Kasaniano (Formação Palermo).

#### **4.4. Tipologia de Jazimentos de Carvão**

Os jazimentos de carvão na região apresentam espessura pequena, raramente superior a 1 (um) metro, descontinuidade lateral, alto teor de enxofre (5 a 8%) e de cinzas (20 - 40%). Os carvões são autoctones a hipautoctones e classificados como betuminoso alto volátil, variando de C a A; provavelmente esta variação resulta do aquecimento local produzido por intrusões de diabásio. As ocorrências posicionadas no sistema fluvial apresentam tonelagens inexpressivas e descontinuidade lateral elevada, devido a mecânica da sedimentação: suprimento superior a subsidência e alta energia e mobilidade dos canais. Os jazimentos de Salto Aparado e Campina dos Pupos situam-se em província de distributários junto a província dominada por ondas. A ocorrência de Ribeirão das Antas trata-se de área laguna associada a bacia carbonática algálica em áreas interlobais. Os jazimentos de Cambuí e Sapopema, situam-se no flanco da planície deltaica em áreas interdistributárias, aparentemente num antigo alto recoberto por depósitos de mangues costeiros e sucessivamente por planícies de marés.

#### **4.5. Potencial em Carvão na Região**

As perspectivas para a descoberta de novos jazimentos de médio e grande porte são reduzidos na área, em face da densidade de furos de sondagens (1 furo/3 km<sup>2</sup>) existentes na parte norte e no caráter desfavorável das fácies ocorrentes na porção sul. A possibilidade de serem descobertas pequenas jazidas é mínima, devido o alto grau de conhecimento da faixa aflorante.

## **5. REGIAO TELÊMACO BORBA - IPIRANGA**

### **5.1. Generalidades**

A área estudada (Cava, 1982) possui cerca de 3.500 km<sup>2</sup> e situa-se na porção centro leste do Estado do Paraná, entre as cidades de Telêmaco Borba, a norte, e Ipiranga, a sul. Na região são conhecidas várias ocorrências de carvão, representadas por afloramentos dispersos, com espessuras desde 0,10 a 0,80 metros. São disponíveis cerca de 50 perfis de furos de sondagens, executados para pesquisa de urânio (Nuclan, 1975 e Nuclebrás, 1972) e de carvão (CPRM, 1975 e Mineropar, 1981), mapas geológicos nas escalas 1:100.000 (Andrade e Soares, 1973) e 1:25.000, além de perfis de campo (Tecnotema e Mineropar, 1981).

### **5.2. Geologia Regional**

A região apresenta mergulhos regionais de 1.0 para SW, constituindo a terminação periclinal do Arco de Ponta Grossa. Sua porção norte encontra-se intensamente cortada por falhas e diques de diabásio N40-70W, com rejeitos desde poucos metros até uma centena de metros. Nas proximidades de Reserva ocorre extenso "sill" de diabásio com espessura superior a 140 metros. As características presentes destas falhas e intrusões foram adquiridas no mesozóico, posterior a sedimentação das camadas portadoras de carvão.

As principais unidades estratigráficas aflorantes são de idade permiana e representadas pela porção superior do Grupo Itararé (Formação Rio do Sul), Grupo Guatá (Formações Rio Bonito e Palermo) e Grupo Passa Dois (Formações Irati, Serra Alta e Teresina).

O Membro Triunfo da Formação Rio Bonito, unidade de interesse econômico, constitui o objeto principal dos estudos, incluindo suas relações com a Formação Rio do Sul, sotoposta, e o Membro Paraguaçu, sobrejacente.

### **5.3. Análise Estratigráfica e Evolução Ambiental**

A seção analisada compreende a porção superior do Grupo Itararé, o Membro Triunfo e a base do Membro Paraguaçu da Formação Rio Bonito.

A análise de fácies, relações verticais e correlação de perfis permitiu a subdivisão da sequência em intervalos operacionais denominados informalmente de AC, CD e DE, nos quais foram discriminadas diferentes fácies genéticas, descritas e interpretadas a seguir:

#### **a) Análise Estratigráfica**

- Intervalo DE (porção inferior do Membro Triunfo)

Neste intervalo foram discriminadas quatro associações litológicas: a associação arenitos médios - grosseiros, dominante na porção norte da área, constitui-se de arenitos médios a grosseiros esbranquiçados, caulínicos e imaturos, com intercalações de conglomerados e de raros leitos de peritos com intensa variação lateral para arenitos. Sua base corresponde a uma discordância erosiva sobre diamictitos do topo do Grupo Itararé. Lateral e verticalmente esta associação

transicional para arenitos estratificados finos à grosseiros, grano decrescentes, com gradação no topo para arenitos muito finos, siltitos e folhelhos carbonosos. É interpretada como depósitos de canais de rios anastomosados em transição para planície de rios meandrantés.

A associação siltitos-cinzentos compõe-se de siltitos acinzentados e arenitos muito finos com laminações paralela e ondulada, microestratificação cruzada, bioturbação e níveis de fósseis marinhos representados por braquiópodes e pelecípodes, conhecida informalmente na literatura geológica como folhelho Passinho. É interpretada como depósitos formados em ambientes de plataforma marinha.

A associação arenitos finos - muito finos está representada por arenitos muito finos a finos, bem selecionados, micáceos e calcíferos, com intercalações de siltitos cinzentos e leitos de calcoarenitos e corpos pouco espessos de arenitos finos a médios com contato basal erosivo. Como estruturas sedimentares apresentam microestratificação cruzada, laminação paralela e ondulada e localmente bioturbação. Interpreta-se esta associação como depósitos de barras de desembocadura, barras distais e barreiras de frente deltaica, localmente cortadas por canais distributários.

A associação arenitos finos - médios constitui-se por arenitos médios a grosseiros, com estratificação cruzada em gradação lateral e vertical para arenitos finos e siltitos laminados, portadores de níveis de folhelhos carbonosos e delgados leitos de carvão. Apresentam distribuição horizontal restrita, aparecendo sob a forma de lentes em seções direcionais, e associam-se, lateralmente, a diamictitos. É interpretada como depósitos de canais distributários e baixios interdistributários na planície deltaica associados a pequenos lobos glaciais remobilizados.

#### Intervalo CD (porção média e superior do Membro Triunfo)

Constitui-se por duas associações litológicas: a associação arenitos grosseiros constitui-se de uma coalescência de corpos de arenitos médios a grosseiros e intercalações de níveis conglomeráticos com estratificação cruzada planar e acanalada. Lateralmente gradam para arenitos muito finos, siltitos e folhelhos carbonosos com lâminas de vitrênio e leitos de carvão. É interpretada como canais distributários com alta energia e de baixios interdistributários.

A associação arenitos finos-siltitos carbonosos constitui-se por arenitos muito finos a finos e siltitos, localmente com delgados leitos de folhelhos carbonosos e calcário. Restos vegetais, fragmentos carbonosos e pirita disseminada são comumente observadas. As estruturas sedimentares mais comuns são laminação paralela, lenticular, "flaser" e bioturbação. Interpreta-se esta associação como depósitos de baía interdistributária.

#### - Intervalo AC (porção inferior do Membro Paraguaçu) '

Está representado por siltitos esbranquiçados a esverdeados, arenitos muito finos a finos, bem selecionados e, delgados leitos de calcários, em contato transicional, por variação lateral, com sedimentos do Membro Triunfo. São interpretados como depósitos de barras e barreiras litorâneas e de planície de marés, formados pela transgressão do Membro Paraguaçu.

## **b) Evolução Ambiental**

Calcado nas informações obtidas nos mapas e diagramas de fácies elaborados, interpreta-se resumidamente a evolução ambiental da área da seguinte maneira:

1.) No Permiano inferior (Artinskiano/Kunguriano) a porção superior do Grupo Itararé constituía duas províncias fisiográficas representadas, a norte, por uma superfície exposta e sujeita a processos erosivos, e a sul, um corpo aquoso, configurando uma bacia de recepção dos sedimentos carreados das áreas continentais adjacentes. As condições topográficas e proximidade de áreas fontes, a norte, propiciaram o desenvolvimento de um sistema fluvial anastomosado com transição para planície de rios meandrantos. Sobre o corpo aquoso, houve a construção de um sistema regressivo de sedimentos deltaicos, formados pelos depósitos de prodelta (associação siltitos cinzentos), de frente deltaica (associação arenitos finos e muito finos) e de planície deltaica (associação arenitos finos-médios. Nesta fase, a pouca persistência das condições favoráveis não propiciaram a formação de camadas de carvão expressivas.

2.) Durante o intervalo CD permanecem na área as condições de planície deltaica, com deposição local de carvão em baixios interdistributários e lagunas, rapidamente colmatadas, em razão do rápido aporte de terrígenos pelos canais distributários, retrabalhados sob a forma de barras e barreiras litorâneas transgressivas, num sistema deltaico cuspidado. Os corpos de diamictitos intercalados representam o avanço de pequenos lobos glaciais locais remobilizados.

3.) No final do Kunguriano dominam na área condições litorâneas, sob a atuação de ondas e marés, pela transgressão que originou o Membro Paraguaçu, evoluindo para plataforma marinha até o Kazaniano (Formação Palermo).

### **5.4. Tipologia dos Jazimentos de Carvão**

As ocorrências de carvão do sistema fluvial (Areia Preta), devido a mecânica de sedimentação (alta energia, carga e mobilidade dos canais e morfologia do relevo), apresentam descontinuidade lateral elevada e tonelagens insignificantes. As ocorrências posicionadas na planície deltaica, formaram-se em diques marginais e baixios interdistributários e apresentam espessuras pequenas, não superiores a 0,50 metros. Os carvões são autóctones e a flora é indicativa de clima temperado úmido (Rosier, 1979).

### **5.5. Potencial de Carvão na Região**

As ocorrências de carvão detectadas na área apresentam espessura pequena e extensão areal inexpressivas. As possibilidades de se encontrar jazimentos de médio e grande porte são mínimas, em razão das condições ambientais desfavoráveis: elevado suprimento de elásticos, elevada energia do sistema de distributários e das ondas e marés litorâneas, baixa taxa de subsidência e ausência de subsidência diferencial.

## **6. REGIAO IMBITUVA - SÃO MATEUS DO SUL**

### **6.1. Generalidades**

A área se situa no centro-sul do Estado do Paraná, abrangendo cerca de 3000 km<sup>2</sup>, com 120 km ao longo da faixa de ocorrência das Formações Rio Bonito e Palermo. O trabalho de análise e interpretação dos dados foi realizado por Popp (1982), em colaboração com a equipe do Projeto Carvão da Mineropar. Conta-se na área com perfis de 82 furos de sondagem (Nuclam), mapa geológico 1:100.000 (Andrade e Soares, 1971) e perfis geológicos de campo (Projeto Irati, Mineropar/Nuclebrás).

### **6.2. Geologia Regional**

Situada no flanco leste da Bacia do Paraná, a área apresenta exposição de rochas do Grupo Itararé (parte superior), Grupo Guatá (Formações Rio Bonito e Palermo) e Grupo Passa Dois (Formações Irati, Serra Alta e Teresina).

O Membro Triunfo, da Formação Rio Bonito, constitui objeto principal do estudo, incluindo suas relações com a unidade subjacente (Folhelho, Passinho do Grupo Itararé) e sobrejacente (Membro Paraguaçu), por constituir a unidade com fácies favoráveis e portadores de depósitos de carvão.

A região constitui um suave homoclinal com mergulhos próximos a 1.0 para sudoeste, situada a sul do Arco de Ponta Grossa. Ocorrem pequenas falhas, com direção N60-70W e N25-30E, na área, destacando-se a extensão do falhamento do Rio dos Patos (Andrade e Soares, 1972), com direção N60-70W, preenchido por diabásio.

### **6.3. Análise Estratigráfica e Evolução Paleoambiental**

A sequência analisada compreende a parte superior do Grupo Itararé em transição para o Membro Triunfo da Formação Rio Bonito até o Membro Paraguaçu.

A correlação estratigráfica dos perfis geofísicos e litológicos permitiu dividir esta sequência em vários intervalos e, a análise dos formatos dos perfis geofísicos, complementada com informações litológicas, permitiu a interpretação das fácies genéticas e a extrapolação em área dos diferentes ambientes.

#### **a) Análise Estratigráfica**

##### **- Intervalo DE - folhelho Passinho**

Constitui-se de siltitos micáceos cinzentos com intercalações de folhelhos escuros e arenitos muito finos esbranquiçados. Apresentam laminação fina, paralela, ondulada e níveis com intensa bioturbação. Fósseis marinhos representados por braquiópodes e pelecípodos são comuns. Sua espessura máxima é de 45 m. Sua base corresponde a uma transição para arenitos (cerca de 10 m) sobre diamictitos. No topo interdigita-se com arenitos bem selecionados do Membro Triunfo e localmente apresenta contato erosivo. Este pacote corresponde a sedimentação em plataforma marinha, com uma transgressão sobre depósitos pró-glaciais e recuo da linha de costa no topo.

##### **- Intervalos CD e BC - Membro Triunfo**

Constituem-se de duas associações litológicas principais que recorrem nos dois intervalos: A silto-arenosa, constituída por siltitos e arenitos muito finos, micáceos, bem

selecionados, localmente carbonosos, com laminação plano-paralela, ondulada e I microcruzada, intensa bioturbação, grano crescente, é gradacional com o folhelho Passinho. Esta associação foi interpretada como correspondente a depósitos litorâneos de barras e barreiras. A outra é constituída por ciclos de arenitos finos a grosseiros, raramente conglomeráticos, imaturos, caulínicos, passando a siltitos carbonosos em pacotes com até 30 metros de espessura, apresentando estratificação cruzada e granodecrescência; intercala-se com pacotes, de até 5 m de siltitos carbonosos e raros leitos de carvão e de arenitos finos. Interpreta-se esta associação como de depósitos de canais distributários e baixios interdistributários. Na parte norte (Imbituva) e sul (São Mateus do Sul) ocorrem corpos de diamictitos no Membro Triunfo.

Lateralmente estas associações se interdigitam e transicionam para o folhelho Passinho, na parte inferior e, para arenitos bem selecionados siltitos e calcários do Membro Paraguaçu, na parte superior (fig. 1). A parte inferior do Membro Triunfo (CD) representa o avanço das condições continentais sobre as marinhas e a superior (BC) corresponde ao recuo e subsequente transgressão.

#### - Intervalo AB - Parte inferior do Membro Paraguaçu

É constituída de siltitos esbranquiçados a esverdeados, arenitos finos a muito finos, bem selecionados e delgadas camadas de calcário. O horizonte A, no topo, é uma camada de calcário contínua na área, tendo sido considerada como "niarker". A base do intervalo apresenta no geral contato brusco com os siltitos, arenitos e diamictitos do Membro Triunfo, porém às vezes é gradacional. Interpreta-se esta associação como o registro de ambientes litorâneos dominados por ondas e localmente por marés.

### **b) Evolução Ambiental**

A análise dos mapas e diagramas de fácies elaborados por Popp (1982) permite interpretar resumidamente a evolução da área da seguinte maneira:

1.) No Permiano inferior (Artinskiano/Kunguriano), sobre um corpo aquoso marinho, houve a construção de um sistema deltaico lobado. Na parte inferior, esse sistema mostra-se progradacional, formado pelos depósitos de pró-deita (folhelho Passinho) de frente deltaica (associação silto-arenosa do intervalo CD) e planície deltaica (associação de arenitos e siltitos carbonosos do intervalo BC). Sobre a planície deltaica progradacional depositaram-se as primeiras camadas de carvão da região (fig. 2 do Popp), em São Jogo do Triunfo e entre Teixeira Soares e Irati.

2.) Essas condições de planície deltaica, com deposição local de carvão nos baixios interdistributários, permaneceram durante o intervalo BC; com aumento do afluxo de areia, as condições são de delta cuspidado, tendo em vista as fácies de canais anastomosados registradas e fácies de barreiras litorâneas de alta energia de ondas, refletindo intenso retrabalhamento dos depósitos de canais. A área registra ainda o avanço de lobos glaciais locais, cujos depósitos remobilizados formaram os diamictitos.

3.0) No final do Kunguriano, a área constituía o sítio de deposição litorânea, dominada por ondas, em franca transgressão marinha (intervalo AB, Membro Paraguaçu), evoluindo para plataforma marinha até o Kasaniano (Formação Palermo).

#### **6.4. Tipologia dos Jazimentos de Carvão**

Os depósitos de carvão da área são todos de planície deltaica, formados em diques marginais e em baixios interdistributários. Em alguns locais ocorrem três camadas, como próximo a São Mateus do Sul e entre Teixeira Soares e Irati. Porém, suas espessuras não ultrapassam 0,40 m e encontram-se separadas por depósitos de arenitos de canais. Os carvões são autóctones e a flora detectada na área é indicativa de clima temperado úmido (Rosie, 1979) .

#### **6.5. Potencial de Carvão na Região**

As ocorrências de carvão da área têm espessura e distribuição areal inexpressivas. O mapa de isoietas de carvão mostra a tendência para redução dos depósitos de carvão em direção ao interior da bacia (fig. 3).

As condições paleo-geográficas (deita) foram favoráveis para a formação de turfeiras. Porém, as condições ambientais caracterizadas por elevado suprimento de elásticos, baixa taxa de subsidência, com ausência de subsidência diferencial, e a elevada energia do sistema de distributários e das ondas e marés litorâneas, foram altamente desfavoráveis à formação cumulativa, à expansão e à preservação das turfeiras.

**PROGRAMA DE SEMI-DETALHE  
AVALIAÇÃO DAS ZONAS DE INTERESSE**

1 - IBAITI - CARVÃOZINHO

2 - HARMONIA

3 - JOSÉ LACERDA - MONJOLINHO

4 - OESTE DE IPIRANGA

5 - MARINS

6 - IRATI

7 - SÃO JOÃO DO TR IUNFO

8 - SÃO MATEUS DO SUL



## **7. AVALIAÇÃO DA ZONA DE INTERESSE IBAITI-CARVÃOZINHO**

### **7.1. Generalidades**

A área estudada (Convênio Mineropar/CPRM-1981) situa-se na porção setentrional do Estado do Paraná, entre o município de Ibaiti, a sudeste, e a localidade de Euzébio de Oliveira, a noroeste (fig. 1). Na região são conhecidos vários depósitos de carvão, dentre os quais destacam-se as jazidas da Cia Carbonífera Cambuí e as minas abandonadas de Ibaiti e Carvãozinho, pertencentes ao Campo Carbonífero do Rio do Peixe.

Um volume grande de pesquisas isoladas foi realizado na área, especialmente para carvão e urânio, com a execução de mais de 50 perfurações. São disponíveis ainda, mapas geológicos na escala 1:100.000 (Vieira e Maingue, 1972) e, em alguns locais, na escala 1: 8.000 (DFPM-1942).

Na ficha anexa, estão discriminados os dados físicos do programa e de trabalhos anteriores, disponíveis na.-Mineropar.

### **7.2. Situação Geológica**

Localizada no flanco norte do Arco de Ponta Grossa, a área encontra-se compartimentada por falhas com direção geral N45W e N45E, com rejeitos que vão desde alguns poucos metros até 50 metros, normalmente preenchidas por diabásio sob a forma de diques. A principal particularidade da estratigrafia na região é a perda das características das Formações Rio Bonito e Palermo, conforme definidas a sul, substituídas gradativamente pelas características -la Formação Tatu( em direção ao norte.

Na área afloram sedimentos da parte superior do Grupo Itararé (Formação Rio do Sul), do Grupo Guatá (Formação Rio Bonito e Palermo) e do Grupo Passa Dois (Formação Irati), cujas principais características acham-se sintetizadas na ficha anexa (fig. 3).

### **7.3. Análise Estratigráfica**

Os depósitos basais do Membro Triunfo na área compõem-se de conglomerados e arenitos conglomeráticos cinzentos e avermelhados, com seixos e calhaus formados Predominantemente por rochas sedimentares, em especial retrabalhadas do Grupo Itararé. Corpos pelíticos intercalados na sequência mostram variação lateral acentuada para arenitos. As litofácies e espessura do intervalo indicam deposição em canais anastomosados numa paisagem erosiva, com relevo irregular, localmente confinada em paleo-vales.

A parte média e superior do intervalo compõe-se de siltitos e folhelhos de coloração cinza escura a preta e folhelhos carbonosos, com abundante pirita e delgadas lâminas de arenitos de granulação fina e muito fina, de corpos arenosos acanalados e camadas de carvão e de siltitos de cor cinza com finas intercalações de

calcário, em gradação para siltitos e calcários de cores variadas. Essa associação é interpretada como depositada em baixios interdistributários, mangues e lagunas protegidas por barreiras arenosas, associada a processos de supra-marés. A associação constituída de arenitos finos a muito finos, bem selecionados, com gradação na base para siltitos acinzentados, é interpretada como areias litorâneas.

Os depósitos sobrepostos, constituídos de siltitos com intercalações de calcários e de corpos lenticulares de arenitos finos a muito finos, bem selecionados, tem sua origem ligada à transgressão do Membro Paraguaçu; na parte norte e nordeste, esses sedimentos recobrem diretamente o paleo-relevo erosivo dos sedimentos glaciais (figs. -5 e 6).

#### **7.4. Geologia Econômica**

O potencial para carvão na área estudada é muito pequeno. Na porção inferior a média do Membro Triunfo, o condicionamento dos ambientes à morfologia do relevo, configura uma zona desfavorável devido à mecânica de sedimentação: suprimento superior à subsidência e alta mobilidade dos canais em função do paleo-relevo. Na porção média a superior, o avanço rápido do sistema de planícies de marés e de plataforma carbonática por um lado, e a persistência, na época favorável, de canais distributários ativos e transgressão de areias litorâneas, em fases de reduzido afluxo, não permitiram o desenvolvimento de turfeiras expressivas. Mesmo nas áreas de maior favorabilidade o gradiente do relevo à época da formação dos principais níveis de carvão, não propiciou proteção e condicionamento físico necessário ao desenvolvimento de extensos mangues-costeiros.

Os alimentos de carvão conhecidos na área (Ibaiti e Carvãozinho) possuem espessura pequena, raramente superior a 0,80 metros, descontinuidade lateral elevada e reservas não superiores a 0,5x10<sup>6</sup> toneladas. Resultados de análises disponíveis indicaram as seguintes propriedades: umidade de 1,5 a 9%, enxofre de 1,5 a 12% (em média 6%), cinzas de 23 a 45%, carbono fixo de 30 a 60%, baixo teor de matéria volátil, entre 5 a 8% e poder calorífico médio de 4500 kcal/kg. São classificados como carvões sub-betuminosos a betuminoso com características antracitosas, provavelmente resultantes de aquecimento produzido por intrusões de diabásio.

#### **7.5. Avaliação Econômica**

A possibilidade de serem descobertos outros alimentos de carvão na área, além dos relatados

é mínima, tendo em vista o grau de conhecimento da faixa aflorante e o grande número de sondagens existentes. Toda a porção norte e nordeste não apresenta nenhuma perspectiva pela não deposição do Membro Triunfo, face à configuração paleotopográfica do Grupo Itararé.

Os alimentos de Ibaiti e Carvãozinho merecem ser detalhados, principalmente em função de suas características antracitosas, devendo as pesquisas de detalhe ficar na dependência de estudos com vistas à possibilidade de redução do teor em enxofre desses carvões. (Vide itens IV-3 e IV-4).

I	<b>PROJETO CARVÃO</b>	<b>FOLHA</b>
---	-----------------------	--------------

### DADOS TÉCNICOS

Programa:	Tipo:	Escala:	Área:	km <sup>2</sup>
Município	Distrito:	Início	Término:	
Empresa Responsável:	Empresa Executiva			

### DADOS FÍSICOS

Afloramento Descritos (n°s)	Afloramentos de Carvão (n°s)		Perfis(n°s)
Cachimbos (n°s)	Poços (n°s)	Trincheiras (n°s)	Análises Téc. (n°s)
Furos a Trado (m)	Furos (n°s)	Sondagens (m)	Furos (n°s)

### DADOS DISPONÍVEIS

--

### FONTES DE CONSULTAS

--

## **8. AVALIAÇÃO DA ÁREA DO PROGRAMA DE TRABALHO HARMONIA**

### **8.1. Generalidades**

A área estudada (Convênio Mineropar/Nuclebrás-1981), engloba parte da Bacia Carbonífera do Rio Tibagi e encerra, além da jazida de carvão Monte Alegre, pertencente as Indústrias Klabin, várias minas abandonadas e dezenas de ocorrências de carvão. Localiza-se na porção sudeste do Estado do Paraná, nas proximidades de Telêmaco Borba e, dista cerca de 300 km de Curitiba.

A região tem sido alvo de estudos geológicos desde a década de 50, visando a pesquisa de carvão, urânio e petróleo, realizados pelo DNPM, CPRM, CNEN, Nuclebrás e Petrobrás. São disponíveis na área mapas geológicos 1:1 000.000, 1:25.000 e 1:10.000, seções de superfície e mais de 150 perfis de furos de sondagens (Vieira e Maingue, 1973; Nuclebrás, 1981 e CNEN, 1970).

Os dados físicos do programa e as informações das pesquisas anteriores, disponíveis na Mineropar, acham-se sintetizadas na tabela anexa.

### **8.2. Situação Geológica**

Situada na Charneira do Arco de Ponta Grossa, a área apresenta exposições de rochas da porção superior do Grupo Itararé, (Formação Rio do Sul), Grupo Guatá (Formações Rio Bonito e Palermo) e Grupo Passa Dois (Formações Irati, Serra Alta e Teresina), cujas principais características estão sumarizadas na figura 3. Estruturalmente está compartimentada em blocos delimitados por sistema de falhas verticais N45-60W, com rejeitos variáveis, por vezes superiores a 100 metros, na maioria dos casos preenchidos por diques de diabásio. No geral os blocos estão adernados para norte, em forma escalonada, com o lado alto a sul.

### **8.3. Análise Estratigráfica**

O Membro Triunfo, unidade portadora de carvões, constitui-se, na parte basal, por arenitos médios a grosseiros e intercalações de conglomerados, com estratificação cruzada incipiente e seixos imbricados, e por corpos lenticulares de arenitos estratificados finos a grosseiros em gradação no topo para siltitos cinza escuros, folhelhos carbonosos e delgadas camadas de carvão. Suas características denotam deposição inicial em uma passagem erosiva, com relevo irregular, confinada em paleovales. São interpretados como depósitos de 'pequenos leques tipo piemonte e canais anastomosados em transição para planície de rios meandrantés. Na porção sul da área mostram retrabalhamento por ondas.

Na porção média a superior ocorrem siltitos escuros, folhelhos carbonosos, intercalações de delgadas camadas de arenitos finos com restos carbonosos e corpos arenosos acanalados e camadas de carvão, interpretados como depósitos formados em canais e baixios interdistributários na planície deltaica. Subjacentes aos depósitos do Membro Paraguaçu ocorrem arenitos bem selecionados com gradação na base e no topo para siltitos, com marcas onduladas e intercalações de siltitos carbonosos e lâminas de carvão. É interpretada como depósitos de barreiras, praias e lagunas. Na figura 4, é mostrada a distribuição dos ambientes à época do início da formação dos principais níveis de carvão na região.

#### **8.4. Geologia Econômica**

Na região estudada todo o Membro Triunfo é portador de sedimentos carbonosos. As ocorrências de carvão contidas na porção inferior do Membro Triunfo apresentam espessura reduzida, com valores máximos de 0,10 m e rápida variação lateral para siltitos. Nesse intervalo o potencial para carvão é muito pequeno: o elevado afluxo de terrígenos, a alta energia das correntes e a grande mobilidade dos canais impediram o desenvolvimento e preservação de turfeiras.

Na porção média a superior os carvões são extensivos, situam-se na área de domínio da planície deltaica e apresentam características de carvões formados junto a canais principais ou em laguna-barreira, em sequência transgressiva. Neste intervalo foram identificadas 2 (duas) camadas, agrupadas em dois compartimentos distintos: Área do Acompanhamento das Minas (distrito de Salto Aparado e Área das Antas).

No primeiro, encontram-se 20 (vinte) ocorrências aflorantes, ocupando uma faixa de 10 km de largura no sentido NE/SW, numa área mínima de 25 km<sup>2</sup>. No sentido N e NW, a faixa não está suficientemente delimitada e a SE está balizada pelos afloramentos do Grupo Itararé.

No segundo, a única ocorrência conhecida corresponde a uma lente de carvão com cerca de 0,5 km de largura e comprimento estimado de 0,7 km e espessura máxima entre 0,70 a 0,80, parcialmente lavrada, existindo apenas pequenas parcelas em algumas exposições superficiais.

Assinala-se ainda que, na porção NW, no limite da área mapeada, sondagens efetuadas cortaram camadas de carvão com espessura em torno de 0,20 metros. Nesta mesma faixa (Ribeirão das Antas), em direção noroeste, foram cortadas pelos furos H-34 e H-30 camadas de carvão com espessuras de 0,66 a 0,82 m respectivamente.

Dentre essas camadas, somente a inferior é que apresenta potencial econômico apesar de mostrar descontinuidade lateral elevada com frequentes adelgaçamentos bruscos, mesmo quando o pacote carbonoso ao qual está intercalada seja relativamente extenso. O mesmo se processa também na área de maior desenvolvimento dos carvões, onde a camada localmente desaparece, retomando em seguida a valores expressivos.

A camada é geralmente constituída por um único leito de carvão, com espessura máxima de 1,1 m e raras ocorrências de estéreis. Está representada por carvões detríticos medianamente brilhantes e são descritos na área do Acampamento das Minas como carvões detríticos brilhantes com lâminas grossas dominantes e leitões (2 a 4 cm) de vitrênio. Resultados de análises disponíveis, permitem classificá-los como carvão betuminoso alto volátil variando de C a A, resultando esta variação provavelmente do aquecimento local produzido por diques de diabásio.

De maneira geral o carvão apresenta as seguintes especificações: umidade de 2,5 a 7%, matéria volátil de 12 a 35%, carbono fixo de 33 a 45%, teor de cinzas de 25 a 45%, enxofre de 3,7 a 11 % e poder calorífico de 3500 a 6000 kcal/kg.

### **8.5. Avaliação Econômica**

As perspectivas para a descoberta de novos jazimentos de médio e grande porte são reduzidas na área, em função da elevada densidade de furos de sondagens e do caráter desfavorável das fácies propícias a geração de carvões.

A possibilidade de serem descobertas pequenas jazidas é mínima, tendo em vista o grau de conhecimento da faixa aflorante. Das ocorrências estudadas, somente a de Ribeirão das Antas merece ser detalhada. (item IV-5)

I	<b>PROJETO CARVÃO</b>	<b>FOLHA</b>
---	-----------------------	--------------

**DADOS TÉCNICOS**

Programa:	Tipo:	Escala:	Área:	km <sup>2</sup>
Município	Distrito:	Início	Término:	
Empresa Responsável:		Empresa Executiva		

**DADOS FÍSICOS**

Afloramento Descritos (n°s)	Afloramentos de Carvão (n°s)	Perfis(n°s)
Cachimbos (n°s)	Poços (n°s)	Trincheiras (n°s)
Furos a Trado (m)	Furos (n°s)	Sondagens (m)
		Furos (n°s)

**DADOS DISPONÍVEIS**

**FONTES DE CONSULTAS**

## **9. AVALIAÇÃO DA ZONA DE INTERESSE JOSÉ LACERDA-MONJOLINHO**

### **9.1. Generalidades**

A área estudada (Dias, 1982) situa-se a sudoeste da sede municipal de Telêmaco Borba, região centro-nordeste do Estado do Paraná. O interesse no desenvolvimento de trabalhos de pesquisa na região deve-se ao conhecimento de algumas ocorrências de carvão (Gold, 1966) e a sua localização, nas proximidades dos jazimentos de Salto Aparado e Campina dos Pupos. São disponíveis sobre a área mapas geológicos na escala 1:100.000 (Vieira e Maingue, 1972) e 08 perfis de sondagens (Nuclan, 1977 e Mineropar, 1981). Na ficha anexa são discriminados os dados físicos do programa e de trabalhos anteriores, disponíveis na biblioteca da Mineropar.

### **9.2. Situação Geológica**

A área está compartimentada por falhas verticais que produzem escalonamentos, com o lado al-  
to a NE, geralmente preenchidas por diabásio sob a forma de diques. Os principais falhamentos possuem direção N30-60W e rejeitos estimados em até 130m. Secundariamente ocorrem falhas NE, de difícil identificação. As camadas possuem direção entre N10-70W com mergulho de 3 a 40 para SW.

As unidades estratigráficas aflorantes são de idade permiana e representadas pela porção superior. do Grupo Itararé (Formação Rio do Sul), Grupo Guatá (Formações Rio Bonito e Palermo) e Grupo Passa Dois (Formações Irati, Serra Alta e Teresina).

### **9.3. Análise Estratigráfica**

O Membro Triunfo, unidade portadora de carvões, acha-se em contato erosivo e localmente transicional com os sedimentos da Formação Rio do Sul. Na sua porção basal predominam corpos de arenitos finos a conglomeráticos, formando sequências grano decrescentes com estratificação cruzada acanalada, em transição para siltitos cinza escuros a claros, bioturbados, com laminação paralela e ondulada. Nesses sedimentos, por vezes, ocorrem folhelhos carbonosos com raras galhas de vitrênio. Esta associação é interpretada como depósitos formados num sistema fluvial meandrante. A porção média do intervalo é constituída por duas associações litológicas: a associação síltico-arenosa está representada por camadas arenosas finas a médias interdigitadas com sedimentos sílticos. Na base e topo desta associação predominam arenitos esbranquiçados finos a médios, com diminuição granulométrica ascendente e estratificações cruzadas planar e acanalada. A fração intermediária, portadora de carvão, está representada por arenitos finos e siltitos cinza claros com nódulos de pirita e localmente cimento carbonático. Estratificação lenticular "flaser", além de bioturbação são as estruturas mais comuns. Interpreta-se essa



associação como depósitos de canais distributários e baixios interdistributários na planície deltaica. A pelito-carbonosa, constitui-se de siltitos cinza escuros, siltitos arenosos e arenitos finos esbranquiçados. A presença de bioturbação e bolas de areia é a sua característica mais proeminente, além de estratificação microcruzada, ondulada, lenticular e marcas de ondas. A presença de nódulos de pirita e níveis com cimento carbonático é também verificada. O ambiente interpretado para esta associação é o de laguna ou baía inter-lobo, associado a depósitos de barras e barreiras litorâneas.

A porção superior do intervalo compõe-se de arenitos médios a grosseiros com intercalações de níveis conglomeráticos e secundariamente de siltitos cinza esverdeados., A estrutura sedimentar mais frequente é a estratificação cruzada acanalada conferida por seixos; gradação normal e inversa e seixos imbricados são comuns nos elásticos grosseiros, implicando deposição em canais com alta energia e carga. O ambiente sugerido para essa associação é de planície deltaica dominada por canais distributários de caráter anastomosado.

Os depósitos sobrejacentes, constituídos por arenitos finos a muito finos, bem selecionados, e siltitos variegados, com marcas onduladas e estrutura lenticular e "flaser", são estéreis para carvão e tem sua origem ligada à transgressão do Membro Paraguaçu.

#### **9.4. Geologia Econômica**

Estudos de âmbito regional (Cava, 1983), efetuados na região indicam que os leitos de carvão acumularam-se sobre lobos deltaicos, preferencialmente nos baixios interdistributários e eventualmente em pequenas lagunas e mangues protegidos por barras e barreiras litorâneas, num sistema deltaico retrogradacional. Embora com condições favoráveis sob o ponto de vista paleogeográfico, as condições ambientais caracterizadas pelo elevado suprimento de elásticos e elevada energia dos sistemas de distributários e do ambiente litorâneo não permitiram a expansão e preservação de turfeiras extensas.

Os trabalhos de semi-detulhe realizados na área indicaram que, embora o nível carbonoso seja de relativa continuidade, o desenvolvimento da camada de carvão se dá de forma descontínua e com espessura pouca expressiva (0,19 m).

Resultado de análise disponível (Lenz, 1977), mostra as seguintes propriedades da camada de carvão: umidade 8,6%, matéria volátil 28,8%, cinzas 39,9%, enxofre de 0,3%, poder calorífico de 3026 kcal/kg, classificando-o como carvão betuminoso alto volátil, na transição para carvão sub-betuminoso.

#### **9.5. Avaliação Econômica**

A área não apresenta perspectivas de conter jazimentos de carvão que possam vir a ser economicamente exploráveis. Na faixa de afloramento, a maior espessura

encontrada foi uma camada de 0,19 metros de carvão, o que a priori, não justifica o desenvolvimento de trabalhos com maior detalhe.

I	<b>PROJETO CARVÃO</b>	<b>FOLHA</b>
---	-----------------------	--------------

**DADOS TÉCNICOS**

Programa:	Tipo:	Escala:	Área:	km <sup>2</sup>
Município	Distrito:	Início	Término:	
Empresa Responsável:	Empresa Executiva			

**DADOS FÍSICOS**

Afloramento Descritos (n°s)	Afloramentos de Carvão (n°s)		Perfis(n°s)
Cachimbos (n°s)	Poços (n°s)	Trincheiras (n°s)	Análises Téc. (n°s)
Furos a Trado (m)	Furos (n°s)	Sondagens (m)	Furos (n°s)

**DADOS DISPONÍVEIS**

**FONTES DE CONSULTAS**

## **10. AVALIAÇÃO DA ZONA DE INTERESSE MARINS**

### **1.1 - Generalidades**

Os trabalhos realizados resultaram do Contrato de Prestação de Serviços 003/81, firmado

entre a Mineropar e a Tecnotema. A área estudada ocupa uma extensão de 198 km<sup>2</sup> e se localiza na porção centro-leste do Estado do Paraná, 12 km a sul da cidade de Reserva (fig. 1). São disponíveis mapas geológicos na escala 1:100.000, perfis de 08 furos de sondagens (Nuclan, 1978 e Mineropar, 1981) e vários perfis de campo (Nuclan, 1978). Na ficha anexa acham-se discriminados os dados físicos do programa e informações de trabalhos anteriores, disponíveis na biblioteca da Mineropar.

### **10.2. Situação Geológica**

A área situa-se no flanco sul do Arco de Ponta Grossa e apresenta, no geral, pequenos falhamentos N45-70W, por vezes preenchidos por diabásio. Na porção noroeste ocorre extenso sill de diabásio, com espessura superior a 140 metros.

As unidades estratigráficas aflorantes acham-se representadas pela porção superior do Grupo Itararé (Formação Rio do Sul), Grupo Guatá (Formações Rio Bonito e Palermo) e Grupo Passa Dois (Formações Irati, Serra Alta e Teresina), cujas principais características são sintetizadas na fig. 3.

### **10.3. Análise Estratigráfica**

A sequência analisada envolve a porção superior do Grupo Itararé (Formação Rio do Sul), os depósitos flúvio-deltáicos do Membro Triunfo e a sedimentação litorânea da base do Membro Paraguaçu.

O topo do Grupo Itararé constitui-se de sedimentos glaciênicos representados por lamitos conglomeráticos (diamictitos) intercalados com arenitos finos e siltitos laminados; na porção centro norte da área interdigitam-se com siltitos micáceos cinzentos, folhelhos escuros e arenitos finos com laminação paralela, ondulada e níveis fossilíferos (braquiópodes e pelecípodes), depositados sob condições essencialmente marinhas (folhelho Passinho).

A porção basal do Membro Triunfo compreende duas associações litológicas: a siltico-arenosa, constituída por arenitos muito finos a finos, bem selecionados, e siltitos micáceos bioturbados, com restos carbonosos e estruturas sedimentares do tipo estratificação paralela, micro-estratificação cruzada e marcas onduladas. É interpretada como depósitos de barra de foz de distributários e de barras e barreiras litorâneas. A outra, sobreposta e, em contacto transicional, por vezes erosivo, compõe-se de corpos arenosos médios a grosseiros, mal selecionados, com níveis conglomeráticos intercalados. As sequências são grano decrescentes e apresentam como estrutura sedimentar mais comum a estratificação cruzada. Lateral e verticalmente gradam para

siltitos e folhelhos carbonosos com raros leitos de carvão com laminação paralela, ondulada e bioturbação. Esta associação é interpretada como sendo de canais distributários e baixios interdistributários na planície deltaica.

Na porção média e superior do Membro Triunfo permanecem, na área, as condições de planície deltaica com deposição local de carvão em baixios interdistributários; corpos ocasionais de diamictitos intercalados na sequência refletem o último episódio glacial na área. Trabalhos de cunho regional realizados (Cava, 1983) indicam para o intervalo predomínio de condições destrutivas, evidenciadas pela associação de canais distributários anastomosados e areias litorâneas, estas formadas pelo intenso retrabalhamento dos depósitos de canais.

Ao final da sedimentação Triunfo a área foi sítio da deposição de arenitos finos bem selecionados, siltitos variegados e delgadas camadas de calcário, formados em ambientes litorâneos dominados por ondas e localmente por marés, na base do Membro Paraguaçu.

#### **10.4. Geologia Econômica**

As mais expressivas ocorrências de carvão detectadas na área situam-se na porção superior do membro Triunfo, em depósitos interpretados como de baixios interdistributários e diques marginais na planície deltaica, vinculados à fase transgressiva do Membro Paraguaçu (Chiavegato et alii, 1981).

O bloco Marins-Fazenda Marçal, com cerca de 27,5 km<sup>2</sup> foi o que melhor potencial apresentou, pela presença de camadas de carvão com espessura de até 0,50 metros, cobertura entre 0 a 50 metros e recursos em carvão da ordem de 650.000 toneladas. Resultados de análises disponíveis indicaram para a camada de carvão as seguintes propriedades: umidade de 8 a 24%, carbono fixo até 42%, teor de cinzas de 23 a 40%, enxofre de 0,2 a 6,7% e poder calorífico máximo de 5.800 kcal/kg; são classificados como carvões betuminosos alto volátil B/C.

#### **10.5. Avaliação Econômica**

As perspectivas de serem descobertas novos jazimentos na área são remotas em razão do conhecimento atual da faixa aflorante e do caráter desfavorável das fácies portadoras dos leitos de carvão (fácies destrutivas). O depósito Fazenda Marçal está detalhado no item 4.7.

I	<b>PROJETO CARVÃO</b>	<b>FOLHA</b>
---	-----------------------	--------------

**DADOS TÉCNICOS**

Programa:	Tipo:	Escala:	Área:	km <sup>2</sup>
Município	Distrito:	Início	Término:	
Empresa Responsável:	Empresa Executiva			

**DADOS FÍSICOS**

Afloramento Descritos (n°s)	Afloramentos de Carvão (n°s)		Perfis(n°s)
Cachimbos (n°s)	Poços (n°s)	Trincheiras (n°s)	Análises Téc. (n°s)
Furos a Trado (m)	Furos (n°s)	Sondagens (m)	Furos (n°s)

**DADOS DISPONÍVEIS**

**FONTES DE CONSULTAS**

## **11. AVALIAÇÃO DA ZONA DE INTERESSE OESTE DE IPIRANGA**

### **1 1.1. Generalidades**

A área estudada (Tecnotema, 1983) localiza-se na porção sudeste do Estado do Paraná, cerca de 15 (quinze) quilômetros a oeste da sede municipal de Ipiranga.

Os trabalhos realizados objetivaram verificar a continuidade das ocorrências de carvão detectadas nas localidades de Cedro e Madrugas e delimitar novas zonas de interesse para jazimentos e carvão.

Da área, são disponíveis mapas geológicos 1:100.000 (Andrade e Soares, 1970) 1:5.000 (Reis, 1981) e 8 perfis de sondagens (CPRM, 1976 e Mineropar, 1981). Na tabela anexa estão sintetizados os dados físicos do programa e as informações obtidas em trabalhos anteriores, disponíveis na biblioteca da Mineropar.

### **11.2. Estrutura e Estratigrafia**

A área insere-se no flanco sul do Arco de Ponta Grossa e apresenta exposições de rochas do topo do Grupo Itararé (Formação Rio do Sul) e do Grupo Guatá (Formações Rio Bonito e Palermo).

As principais características das unidades litoestratigráficas aflorantes acham-se sumarizadas na figura. 3. Estruturalmente está compartimentada por falhamentos subverticais, com rejeitos por vezes superiores a 40 metros, na maioria dos casos preenchidos por diabásio sob a forma de diques (fig. 2).

### **1.3. Análise Estratigráfica**

O topo do Grupo Itararé, constituído por siltitos micáceos cinzentos, com laminação paralela e ondulada e fósseis marinhos (folhelho Passinho), é considerado o prodelta do sistema deltaico Triunfo. Os sedimentos basais do Membro Triunfo, em contacto transicional, por variação lateral, com a unidade subjacente, compõem-se de arenitos finos a muito finos bem selecionados, localmente carbonosos, com estratificação paralela, ondulada e microestratificação cruzada, são interpretados como barras de desembocadura, barras distais e barreiras de frente deltaica (Popp, 1982).

Lateral e verticalmente esta associação grada para arenitos finos a grosseiros com abundantes estratificações cruzadas, e siltitos e folhelhos carbonosos com leitos de carvão. Interpreta-se esta associação como depósitos formados em baixios interdistributários e canais distributários na planície deltaica.

A porção superior da sequência constitui-se por arenitos finos a grosseiros e intercalações de conglomerados com estratificação cruzada e estruturas de corte e preenchimento e raras intercalações de siltitos e folhelhos. Esta associação é interpretada como depósitos de distributários, com características de canais anastomosados de alta energia e carga.

O topo do intervalo grada para depósitos marinhos retrogradacionais, resultantes da transgressão responsável pela sedimentação do Membro Paraguaçu.

#### **11.4. Geologia Econômica dos Depósitos de Carvão**

As ocorrências de carvão verificadas na área situam-se em duas porções distintas: na parte norte, nas localidades de Madrugas e Arroio Grande, foram detectadas 03 ocorrências com espessuras de 0,32, 0,26 e 0,08 metros, ocupando uma área com cerca de 2 km<sup>2</sup>. As ocorrências da porção sul restringem-se aos limites da "Mina" do Cedro, onde são conhecidos 5 afloramentos naturais da camada de carvão, com espessura máxima de 0,35 metros.

As várias ocorrências identificadas posicionam-se no intervalo médio do Membro Triunfo, numa sequência de sedimentos pelíticos com 1,5 metros de espessura média, e interpretados como resultados de deposição em baixios interdistributários junto a canais distributários na planície deltaica (Reis, 1981).

Na área do Cedro, a associação dos carvões com sedimentos predominantemente pelíticos denotam o desenvolvimento de turfeiras em uma posição mais afastada dos eixos dos distributários, enquanto que as ocorrências a norte, a camada de carvão repousa sobre arenitos, numa posição próxima a zonas canalizantes, propiciando, por um lado, redução acentuada da espessura e por outro a atuação de processos erosivos. Estas relações dão uma boa idéia do caráter altamente migrante dos canais sobre a planície deltaica, impedindo o desenvolvimento de turfeiras expressivas e a provável descontinuidade entre as áreas portadoras de carvão delimitadas.

Nos afloramentos da porção norte a descrição mesoscópica da camada de carvão revelou tratar-se de carvão medianamente brilhante, com lâminas médias e finas abundantes de vitrênio, intercalado com lâminas inferiores a 1 (hum) centímetro de carvão detrítico.

São muito piritosos, ocorrendo a pirita sob a forma de pequenas lentes milimétricas e de nódulos com até 10 (dez) centímetros de diâmetro, estes situados preferencialmente na base da camada.

Resultados de análises disponíveis indicam as seguintes especificações para a camada de carvão: umidade de 3 a 4,3%, matéria volátil de 22 a 24,5%, carbono fixo de 12,3 a 39%, cinzas de 36 a 63% e enxofre de 5 a 15% e poder calorífico (bs) de 2700 a 4116 kcal/kg.

Pela análise dos parâmetros disponíveis, o "rank" dos carvões situa-se entre sub-betuminoso a betuminoso alto volátil e as características ambientais indicam uma origem autóctone para os mesmos.

#### **11.5. Avaliação Econômica**

Os jazimentos de carvão da área apresentam espessura pequena, inferior a 0,40 metros, descontinuidade lateral elevada, alto teor de enxofre (5 a 14%) e de cinzas (36 a 63%) e tonelagens não superiores a 0,5 x 10<sup>6</sup> toneladas.

As perspectivas para descoberta de novos jazimentos são mínimas em função do caráter desfavorável das fácies propícias a geração de carvões e o grau de conhecimento da faixa aflorante do Membro Triunfo. O depósito "Mina" do Cedro encontra-se detalhado no item IV-8.



## **12. AVALIAÇÃO DA ZONA DE INTERESSE IRATI**

### **12.1. Generalidades**

O Projeto Irati, criado através do Convênio 03/80/1 1, firmado entre a Mineropar e a Nuclebrás, objetivou a prospecção de carvão, urânio e elementos associados, através de mapeamento faciológico, na escala 1:10.000, do Membro Triunfo da Formação Rio Bonito. A área estudada situa-se entre os municípios de Ibituva, Teixeira Soares e Irati (fig. 1), na porção centro-sul do Estado do Paraná. Conta-se na área com mapas geológicos na escala 1:100.000 (Andrade e Soares, 1970) e 25 perfis compostos de furos de sondagens (CPRM, 1975 e Nuclan, 1978). Os dados físicos do programa e de trabalhos anteriores, disponíveis na Mineropar, acham-se sintetizados na tabela anexa.

### **12.2. Situação Geológica**

Situada a sul do Arco de Ponta Grossa, a área constitui um suave homoclinal com mergulhos ao redor de 1.0 para sudoeste. Estruturalmente acha-se pouco afetada, com a presença de pequenas falhas de direção NW e NE, com rejeitos pequenos, às vezes preenchidas por diabásio. As unidades estratigráficas aflorantes estão representadas pela porção superior do Grupo Itararé (Formação Rio do Sul), Grupo Guatá (Formações Rio Bonito e Palermo) e Grupo Passa Dois (Formações Irati, Serra Alta e Teresina); suas principais características acham-se descritas na figura 3.

### **12.3. Análise Estratigráfica**

O embasamento da sedimentação Triunfo na área constitui-se de siltitos micáceos acinzentados, folhelhos escuros e arenitos finos esbranquiçados com laminação paralela, ondulada e níveis com intensa bioturbação. Trata-se de depósitos essencialmente marinhos como evidenciam seus fósseis (braquiópodes e pelecípodes), conhecidos na literatura geológica por folhelho Passinho. A porção basal do Membro Triunfo, em contato gradacional com o folhelho Passinho, compõe-se de arenitos muito finos, bem selecionados, e siltitos localmente carbonosos, com laminação paralela, ondulada, micro-cruzada e bioturbação. São interpretados como depósitos litorâneos de barras e barreiras (Popp, 1982). Na porção média e superior do intervalo dominam sequências de arenitos finos a grosseiros, com passagens conglomeráticas, grano decrescentes, imaturos e caulínicos. Apresentam estratificação cruzada planar e acanalada, que por vezes acham-se em contato erosivo com o folhelho Passinho. Intercalam na sequência camadas de arenitos finos, siltitos e folhelhos carbonosos com leitões de carvão. Interpreta-se essa associação como depósitos de canais distributários e baixios interdistributários; alguns pacotes sugerem ambientes de lagunas e mangues costeiros. Na área de Ibituva ocorrem corpos de diamictitos resultantes de lobos glaciais locais remobilizados.

Na porção superior essas associações se interdigitam e transicionam por variação lateral para siltitos variegados, arenitos finos bem selecionados e calcários, originados pela transgressão do Membro Paraguaçu.

#### **12.4. Geologia Econômica**

As camadas de carvão de maior expressão detectadas na área posicionam-se na porção média do Membro Triunfo, em ambientes interpretados como de baixios interdistributários e mangues costeiros. Nas 44 ocorrências de carvão cadastradas, a espessura varia de 10 a 60 centímetros, apresentando uma média de 20 centímetros ou menos. O carvão pode ser classificado como lignítico. O teor de cinzas em 3 amostras analisadas é relativamente alto (30 a 80%), sendo o teor de material volátil cerca de 10% e aproximadamente 5% de enxofre. Seu poder calorífico médio é baixo, podendo atingir excepcionalmente 1400 kcal/kg (base seca).

#### **12.5. Avaliação Econômica**

As ocorrências de carvão ocorrentes na área, apesar de terem boa continuidade lateral, mostram-se economicamente pouco significativas devido à pequena espessura e baixo poder calorífico. A possibilidade de se detectar ocorrências com maiores espessuras e de melhor qualidade é mínima, em razão do grau de conhecimento da faixa aflorante, do número e densidade (1 furo/10km<sup>2</sup>) de sondagens existentes na área e do caráter desfavorável das fácies portadoras das camadas de carvão.

I	<b>PROJETO CARVÃO</b>	<b>FOLHA</b>
---	-----------------------	--------------

**DADOS TÉCNICOS**

Programa:	Tipo:	Escala:	Área:	km <sup>2</sup>
Município	Distrito:	Início	Término:	
Empresa Responsável:	Empresa Executiva			

**DADOS FÍSICOS**

Afloramento Descritos (n°s)	Afloramentos de Carvão (n°s)		Perfis(n°s)
Cachimbos (n°s)	Poços (n°s)	Trincheiras (n°s)	Análises Téc. (n°s)
Furos a Trado (m)	Furos (n°s)	Sondagens (m)	Furos (n°s)

**DADOS DISPONÍVEIS**

--

**FONTES DE CONSULTAS**

--

## 13. AVALIAÇÃO DA ZONA DE INTERESSE SÃO JOÃO DO TRIUNFO

### 13.1. Generalidades

Situada no município de São João do Triunfo, (fig. 1), porção centro sul do Estado do Paraná, a área em questão foi objeto de pesquisas para urânio (Nuclebrás, 1978), com ênfase ao Membro Triunfo da Formação Rio Bonito. Em razão da metodologia de trabalho empregada e da associação preferencial urânio/carvão, a reavaliação das informações disponíveis permitiram determinar com segurança o potencial em carvão da região. Conta-se na área com mapas geológicos na escala 1:100.000 (Andrade e Soares, 1970) e perfis de 41 (quarenta e uma) perfurações (Nuclebrás, 1978). Os dados físicos do programa e de trabalhos anteriores, disponíveis na Mineropar, acham-se discriminados na ficha anexa.

### 13.2. Situação Geológica

A área insere-se no flanco sul do Arco de Ponta Grossa e apresenta exposições de rochas pertencentes a porção superior do Grupo Itararé (Formação Rio do Sul), Grupo Guatá (Formações Rio Bonito e Palermo) e Grupo Passa Dois (Formações Irati e Serra Alta), cujas principais características são sumarizadas na figura 3. A sequência analisada envolve as litologias do topo do Grupo Itararé, a sedimentação fluvio-deltaica do Membro Triunfo e a base do Membro Paraguaçu.

Ocorrem na área falhamentos com pequena extensão e rejeito, de direção N60-70W e N2530E, por vezes preenchidos por diabásio.

### 13.3. Análise Estratigráfica

os depósitos marinhos, com fósseis de braquiopodes e pelecípodes, constituídos por siltitos micáceos, folhelhos escuros e arenitos muito finos esbranquiçados com laminação paralela e marcas de ondas e bioturbação (**folhelho Passinho**) compõem o embasamento da sedimentação Triunfo na área. A porção basal do Membro Triunfo em contato transicional e por vezes interdigitado com o **folhelho Passinho**, se caracteriza por arenitos finos a muito finos e siltitos acinzentados micáceos, com restos carbonosos e estruturais tipo "flaser" piano-paralela, marcas de ondas e microestratificação cruzada. São interpretados como depósitos de barra de foz de distributários e barras e barreiras litorâneas (Popp, 1982).

Na porção média do intervalo ocorrem corpos de arenitos finos a conglomeráticos, com diminuição granulométrica ascendente e abundantes estratificações cruzadas, em gradação para siltitos e folhelhos carbonosos com finos leitos de carvão; eventualmente intercalam-se corpos pouco espessos de diamictitos.

Esta associação é interpretada como canais distributários e baixios interdistributários na planície deltaica; os diamictitos sugerem pequenos lobos glaciais remobilizados. Estas associações, juntamente com o **folhelho Passinho** compõe um sistema deltaico prográdacional, segundo a interpretação de Popp (1982), em trabalhos regionais efetuados.

A porção superior constitui-se por depósitos de arenitos médios a conglomeráticos, micáceos, caulínicos imaturos, com abundantes galhas de argila, estratificação cruzadas de alto ângulo e grande porte e estruturas "cut and fill"; secundariamente ocorrem siltitos e argilitos laminados, folhelhos carbonosos e leitos descontínuos de carvão. No topo da sequência dominam arenitos finos a médios, moderadamente selecionados com estratificação cruzada planar de baixo ângulo e marcas onduladas. Interpreta-se essa associação como canais distributários anastomosados em transição para depósitos litorâneos, num sistema deltaico retrogradacional (Popp, 1982). Lateralmente estas associações se interdigitam e transicional para arenitos bem selecionados, siltitos e calcários na porção inferior do Membro Paraguaçu.

#### **13.4. Geologia Econômica**

As 19 ocorrências de carvão registradas na área posicionam-se na porção média a superior do Membro Triunfo, em baixios interdistributários e diques marginais separados por depósitos arenosos de canais. As camadas de carvão possuem espessura pequena, raramente superior a 0,40 metros (0,15 metros em média) e descontinuidade lateral elevada. Resultado de análise disponível (Gold, 1966) indica as seguintes propriedades do carvão: matéria volátil 20,74%; carbono fixo 36,76%; cinzas 35,56%, enxofre 3,38% e poder calorífico de 5025 kcal/kg. São classificados como carvão betuminoso baixo/médio volátil a carvão sub-betuminoso B/C (Lenz, 1977).

#### **13.5. Avaliação Econômica**

A área não apresenta perspectivas de conter jazimentos de carvão passíveis de serem explorados economicamente em função dos seguintes aspectos: 1.0) condições ambientais desfavoráveis caracterizados por elevado suprimento de elásticos e alta energia do sistema de distributários e das ondas e marés litorâneas; 2.0) conhecimento atual da faixa aflorante e 3.0) densidade de dados de subsuperfície (1 furo/10 km<sup>2</sup>).

I	<b>PROJETO CARVÃO</b>	<b>FOLHA</b>
---	-----------------------	--------------

**DADOS TÉCNICOS**

Programa:	Tipo:	Escala:	Área:	km <sup>2</sup>
Município	Distrito:	Início	Término:	
Empresa Responsável:	Empresa Executiva			

**DADOS FÍSICOS**

Afloramento Descritos (n°s)	Afloramentos de Carvão (n°s)		Perfis(n°s)
Cachimbos (n°s)	Poços (n°s)	Trincheiras (n°s)	Análises Téc. (n°s)
Furos a Trado (m)	Furos (n°s)	Sondagens (m)	Furos (n°s)

**DADOS DISPONÍVEIS**

--

**FONTES DE CONSULTAS**

--



## 14. AVALIAÇÃO DA ZONA DE INTERESSE SÃO MATEUS DO SUL

### 14.1. Generalidades

A área pesquisada situa-se a oeste da cidade de São Mateus do Sul, região centro-sul do Estado do Paraná, nas proximidades da divisa com o Estado de Santa Catarina. A avaliação do potencial em carvão foi baseada nos dados advindos de mapeamento geológico do Membro Triunfo da Formação Rio Bonito, na escala 1:10.000 (Nuclebrás, 1979), realizado para a pesquisa de urânio. Conta-se na área com mapas geológicos nas escalas 1:100.000 (Andrade e Soares, 1970) e 1:10.000 (Nuclebrás, 1979) e perfis de 6 furos de sonda. Na ficha anexa são discriminados os dados físicos do programa e de trabalhos anteriores, disponíveis na biblioteca da Mineropar.

### 14.2. Situação Geológica

Ocorrem na área falhas de direção NW-SE e NE-SW, normalmente com pequena extensão e rejeito, às vezes preenchidas por diabásio. As unidades estratigráficas aflorantes são de idade permiana e estão representadas pela porção superior do Grupo Itararé (Formação Rio do Sul); Grupo Guatá (Formação Rio Bonito e Palermo) e Grupo Passa Dois (Formações Irati e Serra Alta).

O Membro Triunfo, da Formação Rio Bonito, unidade portadora de carvões, constitui o objeto principal do estudo, incluindo suas relações com a unidade subjacente (**folhelho Passinho** do Grupo Itararé) e sobrejacente (Membro Paraguaçu).

### 14.3. Análise Estratigráfica

Os depósitos constituídos por siltitos, localmente argilosos, de coloração cinza médio a escuro e arenitos finos esbranquiçados com espículas e conchas marinhas (braquiópodes e pelecípodes) e estruturas sedimentares do tipo plano-paralela, ondulada é bioturbação (**folhelho Passinho**), são considerados o prodelta do sistema deltaico Triunfo. A porção basal do Membro Triunfo compreende duas associações litológicas: a siltico-arenosa, constituída de arenitos muito finos e siltitos acinzentados, micáceos, com restos vegetais e pirita disseminada está,, localmente, interdigitada com o Folhelho Passinho.

Como estruturas sedimentares apresenta laminação paralela, marcas onduladas, microestratificação cruzada e bioturbação. É interpretada como depósitos de barra de foz de distributários e de barras e barreiras litorâneas (Popp, 1982). A

outra, compõe-se de arenitos médios a conglomeráticos com gradação lateral e vertical para arenitos finos, siltitos carbonosos com restos vegetais e raramente folhelhos carbonosos. As estruturas sedimentares mais comuns são estratificação cruzada planar e festonada, "cut and fill" e galhas de argila; nos peritos predomina a laminação paralela. Interpreta-se esta associação como canais distributários e baixios interdistributários na planície deltaica. Corpos de diamictitos intercalados são resultantes de lobos glaciais locais remobilizados.

Na porção média e superior do Membro Triunfo persistem na área as condições de planície deltaica, associada a baías abertas e lagunas, localmente com formação de folhelhos carbonosos com lâminas de vitrênio. As características faciológicas indicam para este intervalo, domínio de canais distributários com características anastomosadas e depósitos de areias litorâneas formados, num sistema deltaico cuspidado, destrutivo (Popp, 1981).

O topo do intervalo é interrompido por depósitos marinhos de natureza retrogradacional, em consequência de transgressão marinha responsável pela sedimentação do Membro Paraguaçu.

#### **14.4. Geologia Econômica**

Nos trabalhos de mapeamento geológico realizados, não foi registrada nenhuma ocorrência significativa de carvão. Três sondagens executadas pela Mineropar (SM 01, 02 e 03), nas áreas com melhores condições ambientais mostraram resultados negativos. Em direção bacia adentro as perfurações de sigla PP- I 2, 13 e 14 (DNPM/CPRM, 1975) cortaram apenas uma camada de carvão com menos de 0,25 metros de espessura, posicionada entre sedimentos arenosos com características litorâneas.

#### **14.5,. Avaliação Econômica**

A área não apresenta perspectivas para ocorrências de depósitos de carvão.



I	<b>PROJETO CARVÃO</b>	<b>FOLHA</b>
---	-----------------------	--------------

**DADOS TÉCNICOS**

Programa:	Tipo:	Escala:	Área:	km <sup>2</sup>
Município	Distrito:	Início	Término:	
Empresa Responsável:	Empresa Executiva			

**DADOS FÍSICOS**

Afloramento Descritos (n°s)	Afloramentos de Carvão (n°s)		Perfis(n°s)
Cachimbos (n°s)	Poços (n°s)	Trincheiras (n°s)	Análises Téc. (n°s)
Furos a Trado (m)	Furos (n°s)	Sondagens (m)	Furos (n°s)

**DADOS DISPONÍVEIS**

**FONTES DE CONSULTAS**



**PROGRAMA DE DETALHE  
AVALIAÇÃO DE JAZIDAS POTENCIAIS**

- 1 - RIBEIRÃO NOVO
- 2 - FAZENDA HULHA - SÃO GERALDO
- 3 - IBAITI
- 4- CARVAOZINHO
- 5 - RIBEIRÃO DAS ANTAS
- 6 - CAMPINA DOS PUPOS
- 7 - FAZENDA MARÇAL
- 8 - "MINA" DO CEDRO

## 15. AVALIAÇÃO DA JAZIDA POTENCIAL RIBEIRAO NOVO

### 15.1. Generalidades

O depósito de carvão Ribeirão Novo, parcialmente explorado nas décadas de 20 a 30, situa-se na porção centro-norte do Estado do Paraná, 4 km a norte da cidade de Wenceslau Braz. Os trabalhos de pesquisa realizados resultaram do contrato de Prestação de Serviços n. 003/81, firmado entre a Mineropar e a Tecnotema. Conta-se na área com mapas geológicos 1:1 00.000 (Vieira e Maingue, 1972) e 1:5.000 e perfis de campo (Tecnotema, 1981). Na ficha anexa estão sumarizados os dados físicos do programa e dos trabalhos realizados anteriormente, em disponibilidade na biblioteca da Mineropar.

### 15.2. Situação Geológica

O intervalo portador das camadas de carvão está posicionado na porção superior do Grupo Itararé, nas proximidades do contato com o Membro Triunfo da Formação Rio Bonito. Litologicamente constitui-se por sequências de arenitos finos a conglomeráticos, grano decrescentes, iniciando por uma base erosiva em gradação, no topo, para arenitos finos, siltitos, argilitos, folhelhos carbonosos com camadas de carvão e níveis fossilíferos (**Botrychiopsis Plantiana e Paracalamites**). Como estruturas sedimentares predominam nos arenitos a estratificação cruzada e nos pelitos laminação paralela, microestratificação cruzada e marcas ondulares. No topo e base do intervalo ocorrem diamictitos cinza-esverdeados com grânulos, seixos e blocos polimíticos. Estruturalmente a área acha-se pouco afetada, com a ocorrência de lineamentos sem rejeitos aparentes e pequenas falhas com rejeitos pequenos, raramente intrudidos por diabásio.

### 15.3. Geologia do Depósito

O jazimento de Ribeirão Novo constitui um pequeno depósito, portador de 03 camadas de carvão, das quais somente a superior apresenta maior espessura e relativa continuidade lateral. A sequência portadora da principal camada de carvão compõe-se de siltitos e folhelhos carbonosos com laminação paralela, arenitos finos a muito finos e, localmente, intercalações de pacotes de arenitos grosseiros estratificados.

A camada de carvão é descontínua, configurando duas pequenas bacias isoladas, denominadas Deuseana e Furnas. A espessura máxima em carvão registrada foi de 0,35 metros com uma média de 0,30 metros ou menos. Em direção as bordas a espessura diminui rapidamente, gradando para siltitos e folhelhos carbonosos. Descrições mesoscópicas realizadas indicam tratar-se de carvão fosco finamente listrado com bandas de vitrênio muito piritoso, com raras intercalações de estéreis.

#### **15.4. Geologia Econômica**

Os jazimentos de Deuseana e Furnas apresentam reservas, classificadas como inferidas, de 200.113 e 25.443 toneladas de carvão, respectivamente. A parte explorada pela Cia Carbonífera Ribeirão Novo (Teixeira e Dutra, 1934) soma 62.200 toneladas ROM. Estas reservas correspondem a uma camada com espessura de 0,30 metros, para uma faixa de cobertura entre 0 e 70 metros.

Resultados de análises disponíveis indicam as seguintes propriedades da camada de carvão: umidade de 5 a 10%, matéria volátil de 30 a 40%, carbono fixo de 25 a 50%, cinzas de 7 a 30%, enxofre de 2 a 9% e poder calorífico entre 6.000 a 7.000 kcal/kg. Segundo estudos petrográficos realizados por Paim e Correia da Silva (1981) estes carvões situam-se no "rank" carvão betuminoso alto volátil C.

O depósito de Ribeirão Novo nas atuais circunstâncias não apresenta perspectivas de ser economicamente explotável em razão da pequena espessura, cobertura de estéril e baixa tonelagem.

I	<b>PROJETO CARVÃO</b>	<b>FOLHA</b>
---	-----------------------	--------------

**DADOS TÉCNICOS**

Programa:	Tipo:	Escala:	Área:	km <sup>2</sup>
Município	Distrito:	Início	Término:	
Empresa Responsável:	Empresa Executiva			

**DADOS FÍSICOS**

Afloramento Descritos (n°s)	Afloramentos de Carvão (n°s)		Perfis(n°s)
Cachimbos (n°s)	Poços (n°s)	Trincheiras (n°s)	Análises Téc. (n°s)
Furos a Trado (m)	Furos (n°s)	Sondagens (m)	Furos (n°s)

**DADOS DISPONÍVEIS**

**FONTES DE CONSULTAS**



## **16. AVALIAÇÃO DA JAZIDA POTENCIAL FAZENDA HULHA/SAO GERALDO**

### **16.1 Generalidades**

Os trabalhos executados resultaram do Convênio firmado entre a Mineropar e a CPRM (Contrato 001/81), que posteriormente foram complementados por Duszczak (1982). Trata-se de área na qual existiram minas em produção na década de 40, quando então foram abandonadas, em virtude da abundância de petróleo e por terem se esgotado os locais onde a lavra era conduzida mais facilmente. Situa-se cerca de 7 km a sul de Siqueira Campos, na localidade de Barbosas, totalizando 20 km<sup>2</sup>. Os dados do programa e de trabalhos anteriores, em disponibilidade na Mineropar, acham-se sumarizados na ficha anexa.

### **16.2. Situação Geológica**

A área situa-se na faixa de afloramento dos sedimentos permo-carboníferos, apresentando exposições de rochas do Grupo Itararé (Formação Rio do Sul) e do Grupo Guatá (Formações Rio Bonito e Palermo), cujas principais características são descritas na fig. 3. Na porção nordeste da área estudada ocorre falhamento de direção N65-80W, intrudido de dique de diabásio, com espessura em torno de 100 metros. O Membro Triunfo da Formação Rio Bonito, unidade de interesse econômico para carvão, assenta-se discordantemente em diamictitos do topo do Grupo Itararé e, na porção superior, transiciona por variação lateral, para os sedimentos do Membro Paraguaçu. Constitui-se por corpos de arenitos finos e conglomeráticos com estratificação cruzada e diminuição granulométrica ascendente, em gradação para siltitos, folhelhos carbonosos e camadas de carvão. São interpretados (Cava, 1982) como depósitos de canais fluviais e de planície de inundação.

### **16.3. Geologia do Depósito**

O depósito corresponde a uma bacia restrita, formado em canais abandonados e baixios da planície de inundação. Contém uma única camada de carvão, associada a um pacote de siltitos e folhelhos carbonosos, que se comporta da seguinte maneira: na área da Fazenda São Geraldo possui direção N45E e mergulho de 2.a para SW e, na área da Fazenda Hulha o mergulho da porção norte é em média, de 60 SW, suavizando em direção à linha de afloramento; o mergulho na porção sul é de 30 NW,

também suavizando em direção a linha de afloramento. O falhamento posicionado a NE, de direção aproximada a da jazida, afeta a sua porção sul causando um basculamento que modifica o mergulho de seu quadrante NE para 20 SW. Este falhamento foi o único constatado a afetar a área de importância para carvão (fig. 7).

A camada carbonosa é muito irregular, tanto em espessura, que varia entre 0 a 1,2 m, como em composição, apresentando frequentes intercalações de leitos de siltitos e folhelhos.

A lapa é constituída sempre por siltito e a capa normalmente por arenito grosseiro, friável, mal selecionado e excepcionalmente siltito.

#### **16.4. Geologia Econômica**

A porção central do depósito foi erodida em cerca de 25% da área total, porção essa que conteria parte da camada mais espessa de carvão (fig. 4 e 5). Essa linha de erosão separa o depósito em duas porções, o que se constitui em mais uma dificuldade no caso de serem desenvolvidos trabalhos mineiros.

O alimento São Geraldo com uma superfície de 23.600 m<sup>2</sup>, possui reservas medidas de 8.228 toneladas e o alimento Fazenda Hulha com superfície de 617.000 m<sup>2</sup> apresenta reservas medidas de 152.077 toneladas, as quais perfazem um total de 160.305 toneladas medidas de carvão. A cobertura de estéril em ambas as áreas varia de 0 a 40 metros. Resultados de análises disponíveis indicam as seguintes especificações para a camada de carvão: umidade de 1,45 a 17,18%, matéria volátil de 17 a 27%, carbono fixo de 21 a 46%, cinzas de 18 a 46%, enxofre de 0,62 a 2,6% e poder calorífico superior (base seca) entre 3.500 a 5.500 kcal/kg. Na porção norte e nordeste do jazimento, o carvão apresenta características antracitosas, provavelmente em decorrência do efeito térmico do dique de diabásio ocorrente na porção extrema nordeste da área. Segundo Lenz (1977) o carvão, excetuando a porção antracitosa, é classificado como betuminoso alto volátil A.

#### **16.5. Mineração**

A reavaliação das informações disponíveis permite estimar para uma camada de carvão com espessura superior a 0,35 metros reservas da ordem de 60.000 toneladas. Essa tonelagem é passível de ser lavrada a céu aberto, para uma cobertura de estéril menor que 20 metros e uma relação carvão/ estéril de 20:1-.

Entretanto, devido a pequena espessura da camada torna-se difícil o decapeamento sem grandes perdas.

I	<b>PROJETO CARVÃO</b>	<b>FOLHA</b>
---	-----------------------	--------------

**DADOS TÉCNICOS**

Programa:	Tipo:	Escala:	Área:	km <sup>2</sup>
Município	Distrito:	Início	Término:	
Empresa Responsável:	Empresa Executiva			

**DADOS FÍSICOS**

Afloramento Descritos (n°s)	Afloramentos de Carvão (n°s)		Perfis(n°s)
Cachimbos (n°s)	Poços (n°s)	Trincheiras (n°s)	Análises Téc. (n°s)
Furos a Trado (m)	Furos (n°s)	Sondagens (m)	Furos (n°s)

**DADOS DISPONÍVEIS**

**FONTES DE CONSULTAS**





## **17. AVALIAÇÃO DA JAZIDA POTENCIAL IBAITI**

### **17.1. Generalidades**

A área estudada situa-se nas proximidades da cidade de Ibaiti, porção centro norte do Estado do Paraná (fig. 1). Os trabalhos de pesquisa realizados são aqueles constantes nos boletins n. 42 e 94 do DNPM/DFPM, de autoria de Passos et alli (1934) e Araújo Oliveira (1953), respectivamente. As considerações emitidas sobre o jazimento assim como os mapas das figuras 5, 6 e 7 foram calcadas nas informações dos boletins acima mencionados. Na ficha anexa estão discriminados os dados existentes sobre a área.

### **17.2. Situação Geológica**

A área situa-se na faixa de afloramento do Grupo Itararé (Formação Rio do Sul) e do Grupo Guatá (Formações Rio Bonito e Palermo), cujas principais características acham-se sumarizadas na fig. 2. Estruturalmente está pouco compartimentada, ocorrendo falhamentos NW e NE de pequeno rejeito e extensão, as vezes preenchidas por diabásio sob a forma de dique (fig. 3).

O Membro Triunfo da Formação Rio Bonito, unidade portadora de carvão, está em contato discordante com os sedimentos glaciais do topo do Grupo Itararé. Sua porção basal, constituída predominantemente por arenitos médios a grosseiros e conglomerados e raras intercalações de peritos, é interpretada como depósitos de canais anastomosados. Na porção média e superior dominam arenitos de granulação fina, siltitos, folhelhos e carvões, depositados em ambientes litorâneos e de mangues costeiros. Os depósitos sobrejacentes, originados pela transgressão do Membro Paraguaçu recobrem indistintamente o Membro Triunfo e o topo do Grupo Itararé, este em razão de sua configuração paleomorfológica.

### **17.3. Geologia do Depósito**

O jazimento de Ibaiti constitui um pequeno depósito com dimensões de 1000x900 metros, formado numa depressão morfológica do topo do Grupo Itararé.

Contém uma única camada de carvão, com forma lenticular e inclinada 1,50 para NW, situada imediatamente acima do contato Grupo Itararé/Membro Triunfo. A espessura máxima encontrada foi de 0,65 metros, com valores médios de 0,40 metros. Esses valores de espessura são restritos ao centro da bacia (fig. 5), apresentando-se nas bordas de maneira extremamente irregular face ao posicionamento estratigráfico do pacote carbonoso (fig. 8). A camada é homogênea, com raras intercalações de estéreis e abundantes nódulos de pirita.

As rochas encaixantes acham-se representadas, na lapa, por arenitos finos a médios, delgados leitos de folhelhos carbonosos e diamictitos e, na capa, via de regra, por arenitos finos a médios.

#### **17.4. Geologia Econômica**

As reservas medidas do jazimento (Passos, 1934) são da ordem de 150.000 toneladas, enquanto que a reserva de carvão com espessura superior a 0,40 metros é de 100.000 toneladas, aproximadamente. A cobertura de estéril varia desde 0 até 70 metros na área em que a camada possui maiores espessuras (fig. 6).

Resultados de 30 análises disponíveis (Decort e Freire in Passos, 1934) indicam para o carvão as seguintes propriedades: umidade I a 5%, matéria volátil de 5 a **8,0**, carbono fixo de 30 a **60%**, cinzas de 25 a 45%, enxofre de 3 a 9% e poder calorífico de 3.000 a **5.500** kcal/kg.

A relação carbono fixo/cinzas permite classificar o carvão como antracito.

O jazimento apesar de possuir características antracitosas, não apresenta no momento maior interesse em razão do alto teor de enxofre. Seu uso somente poderá ser cogitado quando se dispôr de tecnologia que propicie uma efetiva despiritização de carvões.

I	<b>PROJETO CARVÃO</b>	<b>FOLHA</b>
---	-----------------------	--------------

**DADOS TÉCNICOS**

Programa:	Tipo:	Escala:	Área:	km <sup>2</sup>
Município	Distrito:	Início	Término:	
Empresa Responsável:	Empresa Executiva			

**DADOS FÍSICOS**

Afloramento Descritos (n°s)	Afloramentos de Carvão (n°s)		Perfis(n°s)
Cachimbos (n°s)	Poços (n°s)	Trincheiras (n°s)	Análises Téc. (n°s)
Furos a Trado (m)	Furos (n°s)	Sondagens (m)	Furos (n°s)

**DADOS DISPONÍVEIS**

## FONTES DE CONSULTAS



## 18. AVALIAÇÃO DA JAZIDA POTENCIAL CARVAOZINHO

### 18.1. Generalidades

A mina abandonada Carvãozinho situa-se na porção centro norte do Estado do Paraná, 18 km a nordeste da cidade de Figueira (fig. 1). As considerações aqui emitidas baseiam-se fundamentalmente nos dados contidos nos boletins n.s 42 e 94 do DNPM/DFPM de autoria de Passos et alli (1934) e Araújo Oliveira (1953), respectivamente.

A seção e mapas (figs. 4, 5, 6 e 7) apresentados na ficha anexa, também calcados em informações dos boletins acima mencionados são passíveis de modificações e tem como única finalidade a de fornecer uma idéia de alguns aspectos do jazimento. As principais informações existentes sobre a área, disponíveis na Mineropar, acham-se discriminadas na ficha anexa.

### 18.2. Situação Geológica

Ocorrem na área falhamentos de pequeno rejeito, em geral preenchidos por diabásio e orientados tanto para o quadrante noroeste quanto para o quadrante NE. As unidades estratigráficas aflorantes pertencem a porção superior do Grupo Itararé (Formação Rio do Sul) e Grupo Guatá (Formações Rio Bonito e Palermo), cujas principais características são sintetizadas na figura 2.

O Membro Triunfo da Formação Rio Bonito, com espessura máxima de 40 metros, assenta se discordantemente nos depósitos glaciais (diamictitos) do topo do Grupo Itararé. Sua porção basal, constituída por arenitos conglomeráticos e conglomerados com estratificação incipiente, são interpretados como depósitos de pequenos leques e canais fluviais anastomosados. A porção média a superior, composta por siltitos cinza escuros, folhelhos carbonosos e carvões, corpos de arenitos finos a médios e raros leitos de calcário, é interpretada como depósitos de mangues costeiros associados a barras e barreiras litorâneas, sob a ação de processos de supra marés. Lateral e verticalmente esses depósitos transicionam para os sedimentos originados pela transgressão do Membro Paraguaçu.

### **18.3. Geologia do Depósito**

O jazimento constitui uma pequena bacia fechada, com extensão de 1,8 km<sup>2</sup>, seccionada em duas porções pelo Rio Carvãozinho (fig. 4) e delimitada por 15 afloramentos naturais e 08 furos de sondagens. Contém uma única camada de carvão, com forma lenticular, situada na porção inferior a média do Membro Triunfo, cerca de 10 metros acima do contato com o Grupo Itararé. A camada é homogênea, com raras intercalações de estereis e apresenta mergulhos de 3 a 40 para noroeste. A espessura máxima encontrada foi de 0,75 metros, passando rapidamente para 0,50 metros, com uma média de 0,45 metros. A sequência portadora da camada de carvão mostra os seguintes tipos litológicos da base para o topo:

1 a 3 metros: arenitos conglomeráticos e conglomerados polimiticos em contato erosivo com o Grupo Itararé.

5 a 10 metros: arenitos finos a médios com restos de plantas.

0-0,30 metros: calcário compacto cinza escuro.

0-0,80 metros: folhelho carbonoso.

0-0,75 metros: carvão brilhante.

0-0,05 metros: calcário ou folhelho carbonoso.

15 -20 metros: arenitos finos a médios, siltitos e folhelhos.

Fora da área do depósito os sedimentos da base do Membro Paraguaçu assentam-se diretamente nos diamictitos do topo do Grupo Itararé, denotando um relevo extremamente irregular caracterizado pela presença de paleo altos e paleo baixos.

### **18.4. Geologia Econômica**

Segundo Araújo Oliveira (1953) as reservas medidas (remanescentes) do depósito somam 220.000 toneladas, para uma espessura média da camada de 0,45 metros e cobertura máxima, na área explorada, de 40 metros. Resultados de análises disponíveis indicam as seguintes propriedades para a camada de carvão: umidade de 2 a 10%, matéria volátil de 19 a 31%, carbono fixo de 22 a 51%, cinzas de 12 a 25%, enxofre de 4,5 a 9,5% e poder calorífico entre 4.000 a 5.700 kcal/kg. É classificado como carvão betuminoso alto volátil C na transição para carvão sub-betuminoso A (Lenz, 1977).

### **18.5. Mineração**

Pela reavaliação das informações disponíveis estima-se que para uma camada de carvão com espessura superior a 0,35 m, as reservas sejam da ordem de 33.000 toneladas. As condições do jazimento permitem que essa tonelagem seja lavrada a céu aberto, com menos de 20 m de cobertura para uma relação média de carvão/estéril de 1:20.

Entretanto, devido a pequena espessura da camada, torna-se difícil o decapeamento sem grandes perdas, o que pode conduzir a inviabilidade econômica da pequena tonelagem em princípio, recuperável.

I	<b>PROJETO CARVÃO</b>	<b>FOLHA</b>
---	-----------------------	--------------

#### DADOS TÉCNICOS

Programa:	Tipo:	Escala:	Área:	km <sup>2</sup>
Município	Distrito:	Início	Término:	
Empresa Responsável:		Empresa Executiva		

#### DADOS FÍSICOS

Afloramento Descritos (n°s)		Afloramentos de Carvão (n°s)		Perfis(n°s)	
Cachimbos (n°s)	Poços (n°s)	Trincheiras (n°s)		Análises Téc. (n°s)	
Furos a Trado (m)	Furos (n°s)	Sondagens (m)		Furos (n°s)	

#### DADOS DISPONÍVEIS

## FONTES DE CONSULTAS



## 19. AVALIAÇÃO DA JAZIDA POTENCIAL RIBEIRÃO DAS ANTAS

### 19.1. Generalidades

A área avaliada (Dias, 1982) situa-se na região centro leste do Estado do Paraná, cerca de 38 km a NNW da cidade de Telêmaco Borba (fig. 1). O interesse para o desenvolvimento de pesquisas deve-se a existência de várias camadas de carvão detectadas em superfície e sub-superfície com até 0,70 metros de espessura. Conta-se na área com mapas geológicos nas escalas 1:100.000 (Vieira e Maingue, 1972) e 1:25.000 (Mineropar, 1982) e perfis de 51 furos de sondagens (CNEN, 1971). Os dados físicos do programa e de trabalhos anteriores acham-se discriminados na ficha anexa.

### 19.2. Situação Geológica

A área apresenta exposições de rochas pertencentes a porção superior do Grupo Itararé (Formação Rio do Sul) e do Grupo Guatá (Formações Rio Bonito e Palermo), cujas principais características são sintetizadas na fig. 3.

Estruturalmente encontra-se bastante afetada, apresentando falhamentos de direção N40-50Sv e N70-80E, com rejeitos de até 100 metros, na maioria das vezes preenchida por diabásio.

O Membro Triunfo da Formação Rio Bonito, unidade portadora das camadas de carvão, está em contato discordante com diamictitos da Formação Rio do Sul e, transicional a interdigitado, com arenitos finos, siltitos e calcários do Membro Paraguaçu, sobrejacente. Constitui-se por arenitos esbranquiçados, desde muito finos a médios com passagens conglomeráticas, siltitos micáceos cinza claros a cinza esverdeados, e pacotes de folhelhos carbonosos com camadas descontínuas de carvão. Como estruturas sedimentares apresentam as do tipo plano-paralela, micro-cruzada, lenticular e "flaser". Segundo a interpretação de Soares e Cava (1981), esses sedimentos apresentam características de depósitos lagunares, associados a bacias carbonáticas algálicas e a barras e barreiras arenosas em áreas inter-lobais.

### **19.3. Geologia do Depósito**

O jazimento de Ribeirão das Antas, constitui um pequeno depósito delimitado por 10 afloramentos naturais de 15 furos de sondagens. Foram detectadas na área 03 camadas de carvão, todas apresentando forma lenticular, descontinuidade lateral elevada e frequentes intercalações de estéreis.

Na porção leste e sudeste, onde existe maior número de informações de superfície, constatou-se que as ocorrências possuem espessura reduzida e variação lateral para folhelhos carbonosos e siltitos. A camada de maior possança, posicionada cerca de 20 metros abaixo do contato Membro Triunfo/Paraguaçu, apresenta uma espessura máxima de 0,70 metros, com uma média de 0,20 metros, ou menos (fig. 5).

A sequência portadora da camada constitui-se por siltitos e folhelhos carbonosos, que gradam lateralmente, para arenitos, onde se verifica um adelgaçamento do nível carbonoso ou mesmo o seu desaparecimento. Estruturalmente, o jazimento está bastante afetado pelo grande número de falhas e diques existentes, mostrando a camada em alguns locais mergulhos superiores a 50 para SW.

### **19.4. Geologia Econômica**

Estima-se que os recursos em carvão de depósito não devam ultrapassar 240.000 toneladas para uma camada com espessura média de 0,30 metros e cobertura de estéril entre 0 a 100 metros. Resultados de 02 análises disponíveis indicam ser o carvão de baixa qualidade, com teores de cinza entre 51,8 a 66,5%, de enxofre de 10,25 a 11,20% e poder calorífico entre 1.680 a 2.744 kcal/kg. É classificado como carvão betuminoso baixo/médio volátil a carvão sub-betuminoso B/S.

O jazimento de Ribeirão das Antas não apresenta maior interesse em razão da espessura da camada, da cobertura de estéril, da qualidade do carvão e das condições de lavra.



I	<b>PROJETO CARVÃO</b>	<b>FOLHA</b>
---	-----------------------	--------------

**DADOS TÉCNICOS**

Programa:	Tipo:	Escala:	Área:	km <sup>2</sup>
Município	Distrito:	Início	Término:	
Empresa Responsável:	Empresa Executiva			

**DADOS FÍSICOS**

Afloramento Descritos (n°s)	Afloramentos de Carvão (n°s)		Perfis(n°s)
Cachimbos (n°s)	Poços (n°s)	Trincheiras (n°s)	Análises Téc. (n°s)
Furos a Trado (m)	Furos (n°s)	Sondagens (m)	Furos (n°s)

**DADOS DISPONÍVEIS**

--

## FONTES DE CONSULTAS

## 20. AVALIAÇÃO DA JAZIDA POTENCIAL CAMPINA DOS PUPOS

### 20.1. Generalidades

Os trabalhos desenvolvidos (Dias, 1981) objetivaram reavaliar as perspectivas econômicas do almento de carvão situado na localidade de Campina dos Pupos, município de Ortigueira, região centro leste do Estado do Paraná. As informações anteriores disponíveis sobre a área estudada encontram-se no Boletim n. III do DNPM; Carvão Mineral do Paraná, 2.a parte - Campo Carbonífero do Rio Tibagi (Oliveira e Lemr, 1981).

Na tabela anexa estão discriminados os dados físicos do programa e de trabalhos anteriores, disponíveis na Mineropar.

### 20.2. Situação Geológica

A área insere-se na Charneira do Arco de Ponta Grossa e engloba a faixa de afloramento de rochas da porção superior do Grupo Itararé (Formação Rio do Sul) e do Grupo Guatá (Formações Rio Bonito e Palermo). As camadas possuem direção aproximada de N15E e mergulho de 20 para NW. Ocorrem na área falhamentos N40-70W, intrudidos por diques de diabásio, com rejeitos desde 7 a 130 metros. A movimentação relativa das falhas produz escalonamento de blocos rebaixados para nordeste. Na porção sul ocorre soleira de diabásio (fig. 2).

A figura 6 mostra a evolução ambiental do Membro Triunfo na área: domínio na porção basal de arenitos estratificados finos a grosseiros da fácies de canal, em contato erosivo com os sedimentos do Grupo Itararé, depósitos de planície deltaica com camadas de carvão, na porção média a superior, em transição lateral e vertical para ambientes litorâneos, encimados pela transgressão do Membro Paraguaçu.

### 20.3. Geologia do Depósito

A sequência portadora dá camada de carvão possui cerca de 15 metros de espessura e posiciona-se na porção superior do Membro Triunfo (fig. 6). Constitui-se por siltitos carbonosos cinza escuros, siltitos arenosos e arenitos finos a médios com estratificação cruzada, paralela, lenticular e ondulada, interpretados como depósitos formados na planície deltaica, junto a canais distributários, em regiões próximas a costa.

O depósito de carvão constitui um bloco limitado a NE e SE por falhas preenchidas por diabásio, sob a forma de diques; a parte central é cortada por dique com cerca de 20m de espessura, associado à falha com rejeito de 7 metros (fig. 4). A camada, com direção N15E e mergulho de 20 NW, mostra variação de espessura entre 0,20 a 1,60 metros, ocorrendo os maiores valores na faixa de afloramento (fig. 3). De maneira geral, apresenta as seguintes características da base para o topo: 18 a 82 cm de carvão detrítico fosco a medianamente brilhante, com lâminas finas a médias moderadas de vitrênio, 09 a 11 cm de siltito cinza, 36 a 44 cm de carvão detrítico fosco com muita cinza e lâminas finas a médias esparsas a raras de vitrênio; 27 a 33 cm de carvão detrítico brilhante com lâminas médias a grossas dominantes de vitrênio.

#### **20.4. Geologia Econômica**

O depósito de Campina dos Pupos, contém reservas medidas de 2.227.300 toneladas de carvão para uma camada com espessura média de 0,83 metros e cobertura de estéril, desde 0 a 185 metros (fig. 5). O teor de enxofre é alto, com média de 8/o, distribuído em todas as frações analisadas; a matéria volátil é variável entre 9,4% a 16,9%, provavelmente ocasionada pelo efeito térmico dos diques de diabásio e a percentagem de carbono fixo oscila entre 24 a 41%. O poder calorífico do fluído em fluido com densidade de 1,85 varia de 2.132 a 5.164 kcal/kg (b. s.) e o teor de cinzas entre 40 a 60%. Dados de análises tecnológicas disponíveis revelam que o rendimento com um teor remanescente de 28% de cinzas varia, em termos absolutos, de 171,49 até 2000 kg/m<sup>3</sup>.

O carvão é classificado como betuminoso baixo volátil a semi-antracito. Quanto ao uso, os dados de análise indicam ser do tipo energético, podendo ocorrer zonas de carvão antracitoso nas proximidades dos diques de diabásio. Em algumas amostras constatou-se FSI de até 2,5, entretanto seu uso em coqueria é inviável devido ao alto teor de enxofre.

#### **20.5. Mineração**

A avaliação técnica-econômica do depósito indicou como viável produções a partir da lavra seletiva da camada de carvão, pelo método de câmaras e pilares através de galerias a meia encosta (atualmente já abertas 2 galerias com avanço de 130 metros cada). O nível de produção previsto é de 17.000 toneladas/ano para uma espessura de corte de 0,65m da camada de carvão. A recuperação em área será da ordem de 60% para um carvão ROM com as seguintes especificações: granulometria de 0 a 40mm, cinzas de 35 a 45%, enxofre de 4 a 8/o e poder calorífico (bs) de 4100 a 5000 kcal/kg.

Testes de queima em instalações industriais desaconselham o uso do produto lavrado em fornos contínuos convencionais devido ao baixo teor de voláteis e a baixa temperatura de fusibilidade das cinzas. Testes feitos em fornos operando "por batelada" (forjarias, cerâmicas, etc.) deram bons resultados, porém como a demanda

conhecida para este tipo de equipamento é baixa, a implantação definitiva do empreendimento mineiro está na dependência da quantificação de consumo a um nível compatível com a produção prevista.

I	<b>PROJETO CARVÃO</b>	<b>FOLHA</b>
---	-----------------------	--------------

**DADOS TÉCNICOS**

Programa:	Tipo:	Escala:	Área:	km <sup>2</sup>
Município	Distrito:	Início	Término:	
Empresa Responsável:	Empresa Executiva			

**DADOS FÍSICOS**

Afloramento Descritos (n°s)	Afloramentos de Carvão (n°s)		Perfis(n°s)
Cachimbos (n°s)	Poços (n°s)	Trincheiras (n°s)	Análises Téc. (n°s)
Furos a Trado (m)	Furos (n°s)	Sondagens (m)	Furos (n°s)

**DADOS DISPONÍVEIS**

--

## FONTES DE CONSULTAS



## 21. AVALIAÇÃO DA JAZIDA POTENCIAL FAZENDA MARÇAL

### 21.1. Generalidades

Os trabalhos de avaliação foram realizados pela Tecnotema, através do contrato n. 004/82, firmado com a Mineropar. A área estudada possui cerca de 20 km<sup>2</sup> e situa-se no município de Reserva, aproximadamente 10 km ao sul da sede municipal (fig. 1). Conta-se na área com mapas geológicos nas escalas 1:100.000 (Vieira e Maingue, 1972) e trabalhos de campo (Tecnotema, 1982) e perfis de furos de sondagens (Nuclan, 1978 e Mineropar, 1981). Na ficha anexa estão sumarizados os dados do programa e de trabalhos anteriores, disponíveis na Mineropar.

### 21.2. Situação Geológica

A área apresenta exposições dos sedimentos da porção superior do Grupo Itararé (Formação Rio do Sul) e do Grupo Guatá (Formação Rio Bonito), além de rochas ígneas básicas juro-cretáceas. Os elementos estruturais registrados restringem-se a linhas de fraqueza, sem rejeitos aparentes, e a falhamentos com rejeitos desde poucos metros até cerca de 25 metros, por vezes preenchidos por diabásio. O Membro Triunfo da Formação Rio Bonito, portador de camadas de carvão, encerra arenitos estratificados desde finos a grosseiros e intercalações de conglomerados, em gradação lateral e vertical, para sedimentos pelíticos com laminação paralela, ondulada, lenticular e "flaser". Segundo Chiavegatto et alli (1981) esses sedimentos constituem depósitos de canais distributários e baixios interdistributários e de mangues costeiros associados a barras e barreiras (fig. 4).

### 21.3. Geologia do Depósito

A área do depósito possui cerca de 4,5 km<sup>2</sup> de extensão e encontra-se, morfológicamente, bastante dissecada. Os 40 afloramentos de carvão detectados, acham-se dispostos em faixas orientadas na direção NW-SE (fig. 5), separadas por arenitos finos e peritos carbonosos. A direção da camada de carvão oscila entre N 15-40E com mergulho médio de 20 para NW, apresentando, localmente, direções diversas e mergulhos de 10 a 50, resultantes de leves basculamentos de blocos.

De maneira geral, a camada possui forma lenticular, constituindo vários pequenos depósitos contíguos, sem variações bruscas de espessura. O maior valor de espessura encontrado foi de 0,47 metros com uma média de 0,35 metros. Descrições mesoscópicas da camada de carvão indicam tratar-se de carvão brilhante e secundariamente fosco, com lâminas moderadas a abundantes de vitrênio, finamente laminado, com nódulos de pirita e poucas intercalações estéreis. A capa, é constituída por siltitos cinza escuros carbonosos e, localmente, por arenitos finos e, a capa por siltitos argilosos e folhelhos carbonosos.

#### **21.4. Geologia Econômica**

Os estudos realizados indicaram uma reserva inferida em torno de 650.000 toneladas para uma camada com espessura acima de 0,35 metros e cobertura de estéril entre 0 a 50 metros. Resultados de análises disponíveis indicaram as seguintes propriedades da camada de carvão: umidade de 9 a 24%, carbono fixo até 32%, cinzas de 23 a 42%, enxofre de 0,2 a 6,7% e poder calorífico máximo de 5800 kcal/kg. É classificado (Paim e Correia da Silva in Sommer, 1981) como carvão betuminoso alto volátil B/C.

#### **21.5. Mineração**

Pela reavaliação dos dados disponíveis o depósito apresenta boas perspectivas para a implantação de pequenas jazidas a meia encosta, necessitando entretanto, trabalhos adicionais para determinação das reservas e da qualidade do carvão. Desta forma, considera-se necessário a execução de 06 perfurações com profundidade máxima de 50 metros para a avaliação do jazimento.

I	<b>PROJETO CARVÃO</b>	<b>FOLHA</b>
---	-----------------------	--------------

**DADOS TÉCNICOS**

Programa:	Tipo:	Escala:	Área:	km <sup>2</sup>
Município	Distrito:	Início	Término:	
Empresa Responsável:	Empresa Executiva			

**DADOS FÍSICOS**

Afloramento Descritos (n°s)	Afloramentos de Carvão (n°s)		Perfis(n°s)
Cachimbos (n°s)	Poços (n°s)	Trincheiras (n°s)	Análises Téc. (n°s)
Furos a Trado (m)	Furos (n°s)	Sondagens (m)	Furos (n°s)

**DADOS DISPONÍVEIS**

--



## FONTES DE CONSULTAS



## 22. AVALIAÇÃO DA JAZIDA POTENCIAL "MINA" DO CEDRO

### 22.1. Generalidades

A área avaliada (Reis, 1981) situa-se na porção centro sul do Estado do Paraná, cerca de 15 km a SW da cidade de Ipiranga (fig. 1). O interesse na execução de pesquisas em detalhe deve-se ao conhecimento de ocorrências de carvão com espessura média de 0,30 metros e a existência de estudos que indicavam reservas medidas de 546.250 toneladas de carvão.

São disponíveis na área mapa geológico na escala 1:5.000 (Mineropar, 1981), 07 perfis de furos de sondagens (CPRM, 1975 e Mineropar, 1981) e Projeto de Aproveitamento Econômico do Jazimento (Pereira, 1980). Os dados físicos do programa e informações anteriores, disponíveis na Mineropar, acham-se sumarizadas na tabela anexa.

### 22.2. Situação Geológica

Estruturalmente a área encontra-se pouco afetada, apresentando as camadas direção SW e mergulho 1030' para NW. Na porção N E, fora da área- do depósito, ocorre falha N40W com rejeito estimado de 8 metros, preenchida por dique de diabásio. As unidades estratigráficas aflorantes, cujas principais características são sumarizadas na figura 3, estão representadas pela porção superior do Grupo Itararé (Formação Rio do Sul) e pelo Grupo Guatá (Formações Rio Bonito e Palermo).

### 22.3. Geologia do Depósito



As ocorrências de carvão detectadas na área, posicionam-se na porção média do Membro Triunfo, associadas a arenitos desde finos a grosseiros com estratificação cruzada que gradam, lateral e verticalmente, para arenitos muito finos, siltitos e folhelhos com laminação paralela e ondulada. Sua gênese está relacionada a vegetação desenvolvida em diques marginais e zonas pantanosas, junto a canais distributários na planície deltaica (Chiavegatto et alli, 1983).

A "Mina" do Cedro constitui um pequeno jazimento, portador de uma única camada de carvão, com mergulho inferior a 20 para NW, delimitada por OS afloramentos naturais de 5 furos de sondagens. A camada é lenticular, com espessura máxima de 0,47m, adelgaçando-se rapidamente em direção as bordas (fig. 5).

A capa da camada está representada por arenitos finos e siltitos acinzentados com espessura média de 2 metros, e a lapa, com l a 1,5 metros de espessura, constitui-se, via de regra, por siltitos e folhelhos carbonosos com restos vegetais.

O pacote carbonoso apresenta a seguinte coluna litológica da base para o topo.

- 0,12m de carvão detrítico fosco com lâminas finas moderadas de vitrênio, raro fusênio e nódulos de pirita.
- 0,04m de carvão medianamente brilhante com lâminas finas e médias de vitrênios e pequenos nódulos de pirita.
- 0,13m de carvão medianamente brilhante com lâminas finas abundantes de vitrênio e fusênio em fraturas.
  
- 0,07m de folhelho carbonoso.
- 0,02m de carvão detrítico fosco com lâminas médias de vitrênio.
- 0,05m de silito carbonoso com galhas finas de vitrênio.
- 0,04m de carvão detrítico fosco com lâminas contínuas e finas de vitrênio.
- 0,02m de silito carbonoso com esparsas galhas de vitrênio.

#### **22.4. Geologia Econômica**

As reservas medidas em carvão da "Mina" do Cedro totalizam 479.720 toneladas, para uma camada com espessura média de 0,30 metros e cobertura de estéril entre 0 a 50 metros. Resultados de análises disponíveis indicam para o carvão fluviado em fluido com densidade menor que 1,85, as seguintes propriedades: umidade de 3 a 5,8%, matéria volátil de 27,7 a 30,9%, cinzas de 32 a 72%, enxofre de 5 a 12,5% e poder calorífico de 5269 kcal/kg (bs) e 5115 . O rendimento da camada carbonosa é extremamente variável, com uma recuperação percentual em peso com 40% de cinzas entre 40,61 a 85,33%.

É classificado segundo Lenz (1966) como carvão betuminoso baixo/médio volátil.

#### **22.5. Mineração**

As condições de cobertura de estéril do jazimento exigem a lavra subterrânea através de câmaras de pilares com galerias a meia encosta. Entretanto, considerando os custos de escavação apenas nas câmaras com 0,50 metros de altura, para uma espessura de carvão na camada de 0,30 metros, o custo do carvão lavrado, nas circunstâncias atuais, equivaleria ao seu preço de venda. Pode-se avaliar ainda a dificuldade de viabilização da lavra de jazida desse tipo, tendo-se em conta que o teor

de cinzas e a proporção de estéril incorporada ao carvão, corresponderia à exploração de carvão com 76% de cinzas.

I	<b>PROJETO CARVÃO</b>	<b>FOLHA</b>
---	-----------------------	--------------

**DADOS TÉCNICOS**

Programa:	Tipo:	Escala:	Área:	km <sup>2</sup>
Município	Distrito:	Início	Término:	
Empresa Responsável:		Empresa Executiva		

**DADOS FÍSICOS**

Afloramento Descritos (n°s)	Afloramentos de Carvão (n°s)		Perfis(n°s)
Cachimbos (n°s)	Poços (n°s)	Trincheiras (n°s)	Análises Téc. (n°s)
Furos a Trado (m)	Furos (n°s)	Sondagens (m)	Furos (n°s)

**DADOS DISPONÍVEIS**

--

**FONTES DE CONSULTAS**

**PROGRAMA DE AVALIAÇÃO E LAVRA**

- 1 - **DEPOSITO DE CARVÃO DE SAPOPEMA**  
CPRM, MINEROPAR e COPEL
- 2 - **MINAS AMANDO SIMOES E POÇO I 15**  
Companhia Carbonífera Cambuí
- 3 - **MINA 6 (FAZENDA MONTE ALEGRE)**  
Klabin do Paraná Mineração S/A
- 4 - **Depósito DE CARVÃO ASSOCIADO A JAZIDA URANIFERA DE FIGUEIRA**  
Empresas Nucleares Brasileiras S/A

## **23. DEPOSITO DE CARVÃO DE SAPOPEMA**

### **23.1. Generalidades**

O depósito de carvão de Sapopema situa-se na porção nordeste do Estado do Paraná, cerca de 20 km a Noroeste de Figueira (fig. 1). Os trabalhos de pesquisa realizados (Morgental e Aboarrage, 1983) bloquearam reservas medidas de 42 MT em carvão para a camada com espessura superior a 0,60 m e teor médio de cinzas de 35% das quais 6 a 7% é enxofre. A importância desse jazimento para o Paraná, levou a Mineropar e a Copel negociarem com a CPRM a cessão dos direitos minerários da área e constituírem um grupo de trabalho para analisar a viabilidade técnica e econômica de um empreendimento mineiro em Sapopema. O estudo de pré-viabilidade econômica realizado (**PROMON, 1983**) estimou uma reserva lavrável de 32 MT de carvão para camada superior a 0,80 m e uma capacidade de produção de 1,1 MT de carvão ROM por ano.

### **23.2. Situação Geológica**

Situada no flanco norte do Arco de Ponta Grossa a área apresenta exposição de rochas do Grupo Itararé (Parte superior), Grupo Guatá (Formações Rio Bonito e Palermo) e Grupo Passa Dois (Formações Irati, Serra Alta e Teresina). Estruturalmente está compartimentada em blocos delimitados por falhas verticais NW e NE, na maioria dos casos preenchidos por diabásio sob a forma de diques. No geral os blocos estão adernados para norte, com o lado alto a sul. É comum enxames de diques de diabásio com variada densidade e espessura, que às vezes atinge 200 metros. A evolução geológica e paleoambiental da unidade portadora de carvão, Membro Triunfo da Formação Rio Bonito, está condicionada a paleomorfologia do topo do Grupo Itararé (fig. 3). A sua porção basal constitui-se por uma sequência com domínio de depósitos

aluviais, em transição para depósitos de planície deltaica, encimados por sedimentos originados pela transgressão do Membro Paraguaçu. Como pode ser visualizado na figura 2 o jazimento de Sapopema franqueia a província da planície deltaica em áreas interdistributárias, aparentemente num antigo alto recoberto por depósitos de mangues costeiros e sucessivamente por planície de inter-marés.

### **23.3. Geologia do Depósito**

O jazimento de Sapopema constitui-se por uma única camada de carvão, situada a uma profundidade variável entre 380 a 700 metros e distribuída numa área aproximada de 25 km<sup>2</sup>. A forma geométrica do jazimento corresponde a uma elipse lobulada com desenvolvimento de uma calha principal NE-SW. A espessura total máxima da camada de carvão situa-se em torno de 2,0 m e sua espessura média em 1,2 metros. A figura 4, mostra que as espessuras da camada total de carvão aumentam da zona periférica em direção a porção central do jazimento, atingindo na porção sul espessura superior a 2,0 metros, embora parte desse aumento deva-se a uma quantidade de estéril intercalado na camada. O teor de cinzas (fig. 5) da camada total, oscila entre 20 a 30%, variando de forma proporcional à espessura do estéril intercalado. O teor de enxofre (fig. 6) corresponde, a grosso modo, as zonas em que a camada total apresenta maior espessura. O comportamento estrutural da camada, (fig. 8), representado através da linha do contorno estrutural regulares, indica uma direção média da camada de N60E e um mergulho suave de 1,60 a 20 no rumo NW.

A lapa da camada de carvão apresenta características litológicas persistentes por todo o jazimento, pela presença de folhelho carbonoso com 0,20m de espessura média, seguido por siltito com 2m de espessura, que localmente pode atingir valores de até 5 metros. A capa apresenta ampla variação litológica, refletindo variações nas condições deposicionais. Constitui-se por camada de folhelho carbonos, sotoposta a siltitos argilosos, folhelhos e arenito fino a médios. Estruturalmente o depósito encontra-se afetado por falhamentos verticais preenchidos por diques de diabásio com rejeitos indeterminados, de forma que estão previstos estudos adicionais (sondagem e geofísica) para definição de compartimentação estrutural do jazimento (fig. 8).

### **23.4. Geologia Econômica**

Os estudos de pré-viabilidade econômica realizados indicaram uma reserva lavrável de carvão de 32 MT, para uma camada com espessura superior a 0,80 metros e cobertura de estéril entre 380 a 700 metros. Resultados de análises disponíveis da camada total indicaram as seguintes características em valores médios, da camada de carvão: umidade de 4,1%, carbono fixo de 34%, teor de cinzas de 35%, matéria volátil de 30,9%, teor de enxofre de 7%, peso específico de 1,63 g/cm<sup>3</sup> e poder calorífico de 4.5650 kcal/kg (Morgental e Aboarrage, 1983). É classificado como carvão betuminoso alto volátil C.

### **23.5. Mineração**

O plano de pré-viabilidade econômica efetuado prevê a exploração da jazida através do método

de lavra de frente larga com recuo. O acesso à camada será feito por piano inclinado em conjunto com um poço de ventilação e o transporte de carvão à superfície por transportador de correia e o de pessoal e materiais por guincho e ferrovia.

Para a lavra será empregada máquina cortadeira de tambor duplo, suportes de teto hidráulicos auto-marchantes e transportadores de corrente; o transporte de carvão no subsolo será por transportadores de correia e o de pessoal e materiais por carretas puxadas por tratores. O sistema de ventilação fará uso de ventiladores axiais. A mina está dimensionada para uma produção básica de 1,1 MTPA de ROM para uma espessura de corte superior a 0,80 metros, a partir de suas frentes de lavra e do desenvolvimento.

A usina de beneficiamento (unidades de britagem e de concentração) foi dimensionada para uma capacidade de 1,1 MTPA de ROM com teor de cinzas variável de 35 a 50% para produção de carvão com 21 % de cinzas e enxofre variável de 4,5 a 7%, com recuperação em massa de 45 a 701/0, ambas em função da zona da jazida em lavra (recuperação média de 63%).

## **24. MINAS AMANDO SIMOES E POÇO 115**

### **24.1. Generalidades**

As minas de carvão Amando Simões e Poço 115 pertencentes a Companhia Carbonífera Cambuí, situam-se no município de Figueira, porção nordeste do Estado do Paraná, e fazem parte da maior jazida de carvão em exploração do Estado. Atualmente encontram-se em desenvolvimento trabalhos de pesquisa para a implantação de duas novas frentes de lavra (minas 07 e 08) das quais a primeira, deverá entrar em operação a partir de 1987. Conta-se na área, além das informações relativas aos trabalhos de lavra e desenvolvimento, de mapas geológicos nas escalas 1:50.000 e 1:25.000 e cerca de 100 furos de sonda com perfilagem gama e elétrica.

### **24.2. Situação Geológica**

A região apresenta mergulhos regionais de 10 para NW, constituindo o flanco norte do Arco de Ponta Grossa. As principais unidades estratigráficas aflorantes são de idade permiana e representadas pela porção superior do Grupo Itararé, Grupo Guatá (Formações Rio Bonito e Palermo) e Grupo Passa Dois (Formações Irati e Serra Alta).

Estruturalmente acha-se compartimentada em blocos escalonados por falhas verticais, na maioria dos casos preenchidos por diques de diabásio. As características dessas falhas e intrusões foram adquiridas no mesozóico, posterior a sedimentação das camadas portadoras de carvão.

O Membro Triunfo da Formação Rio Bonito, unidade de interesse para carvão, está em contato discordante com diamictitos do topo do Grupo Itararé e constitui-se, na porção basal, por clásticos finos a grosseiros depositados em ambiente de planície aluvial. Na parte média e superior a sedimentação apresenta características de

depósitos deltaicos em gradação lateral e vertical para ambientes gerados em plataforma clasto-carbonática, originados pela transgressão do Membro Paraguaçu. A análise das características estratigráficas e da evolução ambiental do intervalo portador de carvões indica deposição em planície deltaica estabilizada, em baixos interdistributários e em canais abandonados e afogados.

### **24.3. Geologia do Depósito**

A sequência portadora de camadas de carvão compreende uma coluna sedimentar com menos de 35 metros de espessura, disposta numa calha de extensão limitada com direção NW/SE, posicionada na porção média a inferior do Membro Triunfo. Na porção extremo norte da área constitui-se predominantemente por margas, calcários e sedimentos pelíticos e a parte sul por arenitos conglomerados, denotando uma maior influência de depósitos de distributários deltaicos. Em função destes contextos, na parte centro sul do depósito são encontradas 2 camadas de carvão (inferior e superior) separadas por clastos finos e grosseiros que em direção norte tendem a se unificarem acompanhada de um gradual desaparecimento da camada de estéril intercalada.

A camada inferior, com espessura variável entre 0,2 a 0,4m e valores máximos de 0,7m, está intercalada num pacote de sedimentos carbonosos com espessura média de 2,7 metros e posicionada desde 0 a 22 metros acima do contato com o Grupo Itararé. A camada superior situada entre 6,5 a 35 metros do Grupo Itararé, possui espessuras média e máxima de 0,5 e 1 m, respectivamente, e está incluída num pacote de sedimentos carbonosos com até 6,5 metros de espessura. A camada única, ocorrente na porção norte, apresenta uma espessura máxima de 1,7 metros e média de 0,50 metros e intercala-se num pacote com cerca de 6,5 metros (em média 2,10 metros) de sedimentos carbonosos. A composição macropetrográfica desta camada (galeria W-15) é dada por carvão listrado com lâminas de vitrênio e durênio, piritoso e raras intercalações de estéreis. A capa é constituída por folhelhos e siltitos cinza em gradação para arenitos finos compactos, e a lapa por siltitos e folhelhos acinzentados.

### **24.4. Geologia Econômica**

A Companhia Carbonífera Cambuí possui reservas "in situ" (medida) de 17,6 MT (subterrânea e céu aberto) e indicadas mais inferidas de 0,6 MT, totalizando 18,2 MT. A mina Amando Simões contém reservas de 2,7 MT para uma camada de 0,70 metros; a cobertura de estéril é superior a 120 metros. A mina Poço II 5 com reservas "in situ" de 2,5 MT contém uma camada total (única) de carvão de 0,68 metros e de carvão na camada de 0,60 metros. Resultados de análises disponíveis indicam as seguintes características da camada de carvão: umidade de 6%, matéria volátil de 28,8%, carbono fixo de 32,5%, teor de cinzas de 38,7%, teor de enxofre entre 4 a 12% e poder calorífico médio de 4300 kcal/kg (base seca). É classificado segundo Lenz (1966) como carvão betuminoso alto volátil A.

### **24.5. Mineração.**

Ambas as unidades mineiras são de subsolo e -o método de lavra utilizado é o de câmaras em retração e caimento de teto. A lavra é feita com "**bobcats**" em frente curta com "**scraper**".

A produção de carvão ROM da mina Amando Simões em 1983 foi de 225.923 t e a do Poço II 5 de 104.448 t. A mina 7 com previsão de operação a partir de 1987 terá uma produção inicial de 43.000 t/ano, que juntamente com o aumento de produção das outras duas minas totalizará cerca de 500.000 t/ano de carvão ROM. (DNPM, 1983)

A usina de beneficiamento (unidade de britagem: e de concentração) tem capacidade para 80 t ROM/h para uma recuperação de 63,2% e geração tipos de produtos: carvão grosso (5 a 38 mm com 20% de cinzas) e carvão fino (0,5 a 5 mm com 20% de cinzas). O produto final de beneficiamento constitui-se por CE 6000 (grosso) num total de 151.232 t/ano e por 6000 (fino) num total de 57.203 t/ano; com as seguintes especificações: cinzas de 24,5%, umidade de 8%, matéria volátil 29,3%, carbono fixo de 46,2%, enxofre de S,6% e PCS de 5800 kcal/kg para o primeiro caso e cinzas de 23,1% umidade de 16,2%, matéria volátil de 35%, carbono fixo de 41,8%, enxofre de 2,1% e PCS de 5905 kcal/kg no segundo caso.

## **25. MINA 6 (Fazenda Monte Alegre)**

### **25.1. Generalidades**

A Mina 6 (Fazenda Monte Alegre) da Klabin do Paraná Mineração S/A situa-se no Distrito Carbonífero de Salto Aparado, na margem leste do Rio Tibagi, cerca de 18 km ao norte da cidade de Telêmaco Borba. Os trabalhos de pesquisa realizados neste campo carbonífero tiveram início em 1959 (Araújo Oliveira e Lemr) e toda a sua produção de carvão é destinada à Indústria Klabin (papel). Conta-se na área além das informações de lavra e desenvolvimento, de mapas geológicos na escala 1:10.000 (Mineropar/Nuclebrás, 1982) e mais de 350 furos de sonda.

### **25.2. Situação Geológica**

Situada na Charneira do Arco de Ponta Grossa, a área apresenta exposições de rochas da porção superior, do Grupo Itararé (Formação Rio do Sul), Grupo Guatá (Formações Rio Bonito e Palermo) e Grupo Passa Dois (Formações Irati, Serra Alta e Teresina). Estruturalmente está compartimentada em blocos delimitados por sistemas de falhas verticais N45-60W, com rejeitos variáveis, por vezes superiores a 100 metros, na maioria dos casos preenchidos por diques de diabásio. No geral os blocos estão adernados para norte, em forma escalonada com o lado alto a sul. O jazimento de carvão está afetado por intrusões de diabásio, o que lhe confere, localmente, características antracitosas.

### **25.3. Geologia do Depósito**



O depósito de carvão possui aproximadamente 16 km<sup>2</sup> de extensão e localmente apresenta 02 (duas) camadas de carvão. A camada superior possui espessura máxima acima de 1 metro e em média de 0,60 a 0,80 metros e está posicionada cerca de 30 a 40 metros do contato com o Grupo Itararé. A camada inferior, posicionada a 10 a 15 metros abaixo ocorre nas porções centrais do depósito e possui espessura inferior a 0,30 metros, não apresentando nenhum interesse econômico. A camada de carvão lavrada (superior) mostra como características principais: alto teor de enxofre (12%) intensa variação lateral de espessura, o que dificulta a sua prospecção e lavra e uma grande variação dos teores de matéria volátil devido ao efeito térmico produzido pelas intrusões de diques de diabásio. Constitui-se por carvão detrítico medianamente brilhante, com laminação grossas dominantes, leitos de vitrênio e lentes de pirita. A capa da camada de carvão compreende siltitos cinza finamente laminados e, localmente, níveis de retrabalhamento na forma de conglomerados piritosos e a lapa por folhelho carbonoso com pirita sob a forma de lentes e veios. O depósito está limitado a leste e sudoeste pela erosão recente. Em direção oeste e noroeste observa-se uma diminuição acentuada na espessura da camada de carvão e aumento na cobertura estéril.

#### **25.4. Geologia Econômica**

As reservas "in situ" medidas da Klabin do Paraná Mineração S/A são da ordem de 1,59 MT e as indicadas, de 0,21 MT, para uma espessura de carvão na camada de 0,70 metros (DNPM, 1983). Desde total 1,39 MT pertencem à Mina 2, em implantação, e somente 0,023 MT à Mina 6. Resultados de análises disponíveis mostram as seguintes especificações da camada de carvão (ROM): teor de cinzas de 23,53%, umidade de 4,56%, matéria volátil de 18,12%, carbono fixo de 50,01 %, teor de enxofre de 12% e poder calorífero superior (base seca) de 5.825 kcal/kg. É classificado segundo Lenz, (1966) como carvão betuminoso baixo volátil C; provavelmente esta variação resulta do efeito térmico produzido durante a intrusão de diques de diabásio.

#### **25.5. Mineração**

A lavra é feita manualmente através de câmaras em retração e caimento de teto com galerias a meia encosta. A produção de carvão ROM da Mina 6 é de 19.561 t/ano e a da Mina 2, em implantação, é atualmente de apenas 453 t/ano (DNPM, 1983).

A usina de beneficiamento (unidade de britagem e de concentração) distante cerca de 4 km das minas, tem capacidade de produção de 46 t ROM/h para uma recuperação de 72,30%. A produção de carvão beneficiado (CE6000) totaliza 14476t/ano (1983) com as seguintes especificações: teor de cinzas de 23,53%, umidade de 4,56%, na terra volátil de 18,12%, carbono fixo de 58,35%, enxofre de 8,63% e poder calorífico superior de 6081 kcal/kg. A previsão de produção para 1988 de carvão ROM é de 60.000 t/ano, e a de carvão beneficiado (CE 6000) de 39.000 t/ano.

## **26. CARVÃO ASSOCIADO A JAZIDA DE URÂNIO DE FIGUEIRA**

### **26.1. Generalidades**

A área em questão situa-se na porção nordeste do Estado do Paraná, cerca de 5 km a noroeste da cidade de Figueira. O depósito de carvão, associado na jazida de urânio da Nuclebrás S/A contém reservas medidas de 2,2 milhões de toneladas de carvão e constitui o prolongamento natural do depósito em exploração pela Companhia Carbonífera Cambuí. Um grande volume de pesquisas foi realizado na área, especialmente para carvão e urânio, dispondo-se de metragem superior a 120.000 metros de sondagens. Conta-se ainda, com mapas geológicos 1:100.000 (Vieira e Maingue, 1972) e sobre a área, da jazida de urânio com mapa restituído 1:100.

### **26.2. Situação Geológica**

A área situa-se no franco norte do Arco de Ponta Grossa e está compartimentada em blocos delimitados por sistema de falhas NW e NE com rejeitos que vão desde poucos metros até 50 metros, normalmente preenchidas por diabásio sob a forma de diques. As unidades estratigráficas aflorantes são de idade permiana e pertencem ao Grupo Itararé (Formação Rio do Sul), Grupo Guatá (Formações Rio Bonito e Palermo) e Grupo Passa Dois (Formações Irati e Serra Alta).

O Membro Triunfo da Formação Rio Bonito, unidade portadora das mineralizações de urânio e camadas de carvão constitui uma sequência Flávio deltaica retrogradacional, composta na parte basal, por elásticos grosseiros depositados em sistemas fluviais, em transição para ambientes deltaicos que gradam lateral e verticalmente para depósitos de plataforma clasto carbonática originada pela transgressão do Membro Paraguaçu.

A análise da evolução ambiental e relações estratigráficas do intervalo de interesse econômico sugerem a deposição em planície deltaica estabilizada em distributários abandonados e afogados, em regiões dominadas por processos de supramarés.

### **26.3. Geologia do Depósito**

De maneira geral este depósito de carvão apresenta as mesmas características do jazimento explotado pela Companhia Carbonífera Cambuí. Constitui-se por uma única camada de carvão, situada numa profundidade superior a 120 metros e distribuída numa área de aproximadamente 3 km<sup>2</sup>. Apresenta um formato ovalado, segundo uma calha com direção NS, com diminuição da espessura da camada sul para norte. A espessura máxima encontrada (CT) varia ao redor de 1,30 metros e a espessura média é de 0,50 metros.

### **26.4. Geologia Econômica**

Os estudos realizados indicaram uma reserva medida "in situ" de carvão de 2,2 milhões de toneladas, para uma camada com espessura média de 0,50 metros e cobertura de estéril superior a 120 metros. Quanto à composição, a camada de carvão apresenta as mesmas especificações encontradas para o carvão do jazimento explorado pela Companhia Carbonífera Cambuí: umidade de 6%, matéria volátil de 28,8%, carbono fixo de 32,5%, teor de cinzas de 38,7%, teor de enxofre ao redor de 8% e poder calorífico de 4.300 kcal/kg (base seca). É classificado como carvão betuminoso alto volátil A.

## **26.5. Mineração**

O carvão deverá ser explorado como um subproduto do urânio, em razão da íntima associação que exibem. Atualmente os trabalhos mineiros realizados na área estão representados pela abertura de um poço com a profundidade de 126m e de uma galeria exploratória de 750 metros de extensão, executados com a finalidade de fornecer subsídios para o planejamento de lavra e estudos de viabilidade econômica. Não são disponíveis os dados referentes aos resultados já obtidos e dos futuros trabalhos a serem executados na área.

## **27. CONCLUSOES**

### **27.1. Evolução Ambiental (porção inferior da Formação Rio Bonito)**

Calcado nas discussões precedentes e na análise da seção estratigráfica-faciológica apresentada em anexo, interpreta-se a evolução da porção inferior da Formação Rio Bonito na região da seguinte forma:

10) Ao final da deposição dos sedimentos transgressivos da Formação Rio do Sul (Artinskiano/Kunguriano) verifica-se uma diminuição da influência glacial e tem início o desenvolvimento de um ciclo regressivo de sistemas deltaicos, em sua maior parte representado pelos depósitos do Membro Triunfo da Formação Rio Bonito. Durante as fases iniciais da sedimentação Triunfo, o condicionamento geomórfico da região caracterizou-se por três fatores principais: 1.0) na porção norte delineava-se um soerguimento com eixo NE, sub-regional e falhas associadas com a escultura de vaies em sedimentos glaciais marinhos; 2.0) distribuição de terras altas a norte e nordeste, província marinha e costeira a oeste e planície aluvial a este e 3.0) existência de um corpo aquoso marinho (braquiópodes e pelecípodes), na porção sul, tipificando um paleoambiente de águas rasas, sub-litorâneo, com lâmina d'água entre 10 e 40 metros, de fundo arenoso ou lodoso e sob condições levemente redutoras (Popp, 1982).

As características paleotopográficas do relevo emerso, nas regiões centro e norte e a relativa proximidade de áreas fontes resultou no desenvolvimento de leques aluviais dominado por sistema de rios anastomosados e pequenos leques tipo piemonte, em transição paulatina pelo assoreamento parcial do relevo, para planície de rios meandrantos. Os níveis de carvão formados nesta fase, em baixios da planície

aluvial e lobos abandonados foram, na maior parte, erodidos e redepositados como fragmentos carbonosos, devido a alta energia e mobilidade dos canais.

Na região de Harmonia (furos H-275 a CV-05) este intervalo apresenta uma diminuição de granulometria de este para oeste, chegando a dominar arenitos finos a muito finos, bem selecionados, indicando retrabalhamento por ondas. Aparentemente trata-se de uma área de interface entre sedimentos fluviais e costeiros estes, resultados da ação das ondas sobre sedimentos trazidos por canais anastomosados em uma província tipo leque deltaico.

Nesta época, sobre o corpo aquoso posicionado a sul, houve a construção de um sistema deltaico lobado, formado pelos depósitos de prodelta (depósitos de fundo lamítico e de barras distais - **folhelho Passinho**) de frente e de planície deltaica (porção inferior e média do Membro Triunfo). Sobre a planície deltaica prográdacional, em baixios interdistributários e diques marginais, depositaram-se as primeiras camadas de carvão da região em São João do Triunfo, Reserva e entre Teixeira Soares e Irati. A área registra ainda o avanço de lobos glaciais locais, cujos depósitos remobilizados formaram corpos de diamictitos intercalados na sequência.

2.0) Com o início da transgressão do Membro Paraguaçu estas condições de delta prográdacional declinam e passam a dominar os processos de ação de ondas e correntes ao longo da costa e de marés sobre a planície deltaica. Estas condições já são de deita cuspidado, tendo em vista as fácies de canais anastomosados e de barreiras litorâneas, refletindo intenso retrabalhamento dos depósitos de canais pela ação de ondas de alta energia. Nesta fase as condições ambientais foram desfavoráveis a formação de turfeiras expressivas, tendo em vista a pequena espessura e a elevada descontinuidade lateral das camadas de carvão, e o fato de terem se formado à margem de distributários junto a província dominada por ondas (Salto Aparado, Campina dos Pupos, etc) e em alguns locais na transição laguna-barreira em sequência transgressiva (Ribeirão das Antas).

Na região de Figueira (furos Z-31 a NF-01) o sistema retrogradacional desenvolvido, foi dominado por marés face a proteção pelo paleo-relevo contra a ação de ondas, produzidas no principal corpo d'água a sul. Estas condições de baixa energia e a presença de corpos arenosos e bancos algálicos, constituindo barreiras costeiras, permitiram a geração de turfeiras extensivas sobre a planície deltaica inferior (Figueira) e nos francos do paleo-relevo (Sapopema). A pouca persistência dessas condições favoráveis deve-se a um brusco corte no aporte de areia pelo sistema fluvial propiciando a transgressão de areias litorâneas e o avanço rápido do sistema de planície de marés e de plataforma clasto-carbonática, que recobrem, no extremo norte da área (furos PP-22 a PP-33) o paleo-relevo glacial do topo do Grupo Itararé.

3.0) No final do Kunguriano, a região constituiu o sítio da deposição litorânea dominada por ondas e marés, em franca transgressão marinha (base do Membro Paraguaçu), evoluindo para a plataforma marinha até o Kazaniano (Formação Palermo).

## **27.2. Avaliação do Potencial de Carvão**

Trabalhos de pesquisa realizados por Weiner, 1977, Beaumont, 1979, Williams e Ron, 1979, Hacquebard e Cols, 1967 Stach et alli 1975 e Wanless, 1968 in: Dappies e Hopkins, Environments of coal deposition, com o objetivo de buscar as relações entre propriedades dos jazimentos de carvão e do próprio carvão e os ambientes deposicionais, levaram a determinação de algumas interessantes relações que servem

como guias de prospecção. Segundo esses autores as melhores condições para formação de jazimentos de carvão são:

- a) águas doces e claras;
- b) acúmulo de plantas terrestres;
- c) nível freático pouco acima da superfície deposicional, em torno de 1m, para manter pH redutor e pH baixo, necessário à transformação para vitrinita;
- d) clima favorável (temperado e úmido) e) subsidência pouco maior que suprimento;
- f) persistência destas condições no tempo e no espaço (mod. de Weisser, 1977 e Willians, 1979).

Conforme Waniess et ai (1968) e Stach et ai (1975) os padrões ambientais ou as condições paleogeográficas ideais para a acumulação de carvão devem enquadrar-se em algumas das seguintes:

1. uma planície exposta após uma busca regressão marinha;
2. deposição em uma costa estreita e despojada semelhante a algumas costas do Atlântico de hoje;
3. distribuição de sedimentos controlada pelo desenvolvimento de extenso deita;
4. acumulação de carvão em estuário e posterior afogamento deste;
5. proteção de mangues por praias, barras de areia, cordões, etc., contra inundações pelo mar e presença de diques naturais contra violentas inundações de águas fluviais;
6. relevo de baixa energia para o interior e também um suprimento de sedimentos fluviais com limitações, caso contrário haverá interrupção da formação de turfeiras.

Uma consequência destas condições é a favorabilidade de ambientes fluviais associados a lacustinos, em áreas com impedimentos a transgressões marinhas. Os ambientes costeiros com invasão de águas salobras enriquecem os carvões em enxofre. Os ambientes fluvio-lacustinos produzem carvões com teor de enxofre menor que 1% .

Alguns tipos de jazimentos importantes de carvão em geometria, extensão e qualidade são aqueles gerados em baixios de planície costeiras ou bacias dominadas por marés já associadas a condições deltaicas de baixa energia ou ainda em pântanos de baixios de planície de inundação ou planície deltaica. Outros tipos menos importantes, por sua geometria alongada e estreita, são os gerados em canais abandonados da planície deltaica, ou em lagunas da planície de restingas de sistemas deltaicos destrutivos.

Uma outra relação interessante é a existente com a percentagem de arenitos; nos carvões terciários do Colorado, Beaumont (1979) verificou a existência de um balanço entre camadas de areia e de carvão. As zonas com camadas mais espessas e em maior número de carvão, flanqueiam as zonas com camadas mais espessas e em maior número, de arenitos.

O balanço entre subsidência e suprimento é crucial na persistência das condições favoráveis de forma que a superfície deposicional não fique exposta nem as plantas afogadas. Caso a subsidência seja muito rápida, os pântanos poderão ser afogados (haverá elevação do nível de lençol freático) e então se processará uma sedimentação sob condições limnicas ou marinhas (argilas, margas e calcários), em

detrimento da matéria orgânica. Caso a subsidência seja muito lenta, o material proveniente dos vegetais ficará na superfície e apodrecerão, e se alguma turfa se formar, será erodida.

Em bacias cratônicas, como é o caso da Bacia do Paraná, raramente ocorre subsidência local diferencial, de forma que, para uma subsidência constante, a formação de depósitos de carvão estará relacionada nas zonas continentais, ao volume de afluxo.

Como ressaltado, a formação de carvões depende de uma estreita relação entre presença de vegetação, de clima favorável e das condições paleogeográficas e estruturais dentro de uma área de sedimentação. Na região estudada, utilizando os critérios acima definidos, pode-se estabelecer o seguinte quadro relativo ao potencial em carvão:

#### **a. Clima e vegetação**

Diversos estudos palinológicos e paleobotânicos (Rosler, 1979, Sommer et alii, 1981) realizados sobre os carvões do Estado do Paraná indicam que as condições florísticas e climáticas a época de formação das camadas de carvão foram favoráveis. Esta favorabilidade está fundamentada na ocorrência de uma flora de Paracalamites, Annularia, A. Accidentalis, Equisetalis e Astherotheca e a existência de extratos argilosos com raízes "in situ" representando o substrato onde se desenvolveram essas plantas. Citam ainda megasporas de licófitos associados a caules, rizomas e raízes, além de outros vegetais, como glossopteris, que sofreram algum transporte.

Segundo Rosler (op. cit.) a flora encontrada nessas áreas (São João do Triunfo, Reserva, Telêmaco Borba e Figueira) seria indicativa de um clima temperado e relativamente úmido. Foge a esta regra os carvões da área de Ribeirão Novo (porção superior do Grupo Itararé) pelo fato das assembléias vegetais apresentarem esporos de reduzido tamanho, provavelmente resultantes da influência de um clima mais rigoroso. (Sommer et. alii, op. cit.).

#### **b. Condições paleogeográficas**

Calcado na análise estratigráfica e interpretação ambiental da sequência carbonífera, verifica-se que os jazimentos de carvão estudados ocorrem em três sistemas deposicionais distintos: plataforma periglacial, fluvial e deltaico.

Nos sistemas de plataforma periglacial, correspondente a porção superior do Grupo Itararé, a única ocorrência de carvão registrada foi a de Ribeirão Novo (item IV-1). O potencial em carvão nessa sequência é muito reduzido em razão do desenvolvimento pouco expressivo de vegetação e da ausência de ambientes favoráveis sob o ponto de vista físico, a formação e preservação de extensas turfeiras. A existência de superfícies topográficas irregulares e a oscilação relativamente rápida das condições climáticas favoreceram, por um lado o reduzido desenvolvimento de vegetação e o avanço de lobos glaciais e por outro, a atuação de ambientes com alta energia e a flutuação constante do nível freático nas épocas de degelo.

As ocorrências posicionadas no sistema fluvial (Fazenda Hulha/São Geraldo, item IV.2) ocorrem na província da planície de leque, dominada por canais anastomosados, junto a sedimentos arenosos. Os carvões formados neste contexto apresentam uma associação litológica representada por siltito carvão-arenito e mostram, normalmente, base regular gradacional, topo erosivo e descontinuidade lateral elevada, características de planícies de canais altamente migrantes. Este

ambiente sedimentar constituiu uma zona desfavorável a formação de carvões devido a mecânica de sedimentação: suprimento superior a subsidência alta energia e mobilidade dos canais e não persistência das condições favoráveis no tempo e no espaço.

No sistema deltaico diversos fatores paleogeográficos e paleoambientais condicionaram a menor ou maior favorabilidade para a formação de camadas de carvão.

Na região Siqueira Campos - Figueira (item II.2) além de grande parte da unidade portadora de carvões ter sido erodida pelos processos atuais de denudação, distinguem-se 3 outros fatores principais responsáveis pelo pequeno potencial em carvão desta região: 1. não deposição do Membro Triunfo na maior parte da área devido a configuração paleotopográfica do topo do Grupo Itararé;

2. avanço rápido do sistema de planície de marés e de plataforma carbonática por um lado e persistência, na época favorável, de canais distributários ativos e transgressão de areias litorâneas nas épocas com reduzido afluxo de elásticos por outro;

3. nas áreas de maior favorabilidade (ibaiti e Carvãozinho) o gradiente do relevo à época de formação das principais camadas de carvão não propiciou proteção e condicionamento físico favorável a formação de extensos mangues costeiros.

A região Figueira-Telêmaco Borba (item II.3) é a que apresenta as melhores condições, tanto do

ponto de vista paleogeográfico como paleoambiental, à formação de jazimentos de carvão. As relações faciológicas e características ambientais indicam que as turfeiras se desenvolveram nas zonas costeiras onde o aporte terrígeno era pequeno e em fase de reduzido afluxo, provavelmente já relacionado ao recobrimento do paleo-relevo do topo do Grupo Itararé (furos K-25/27 a NF-01 da seção em anexo) , pela transgressão do Membro Paraguaçu. Os carvões são extensivos na área de Figueira, no geral espessando-se para o limite da planície deltaica. Os principais jazimentos de carvão no Paraná situam-se nesta área: Sapopema e Cambuí.

Os jazimentos posicionados na parte sul da área (Salto Aparado, Bom Retiro e Campina dos Pupos) situam-se em província de distributários junto a província dominada por ondas; embora com condições favoráveis do ponto de vista físico o ambiente litorâneo e a sequência transgressiva deram características de alto teor de enxofre, pequena espessura e variabilidade elevada.

As perspectivas para a descoberta de novos jazimentos de grande e médio porte nesta região são reduzidas em razão dos seguintes aspectos:

elevada densidade de furos de sondagens existentes, com 1 furo/km<sup>2</sup> na região de Figueira e Salto Aparado e 1 furo/5 km<sup>2</sup> nas demais áreas;

2. caráter desfavorável das fácies ocorrentes na porção sul da região.

As zonas com condições favoráveis a jazimentos de carvão e não pesquisadas, situam-se numa faixa de profundidade entre 700 e 1.100 metros, profundidade esta considerada antieconômica nas circunstâncias atuais; a possibilidade de serem descobertas pequenas jazidas é mínima, tendo em vista o grau de conhecimento da faixa aflorante.

Nas regiões de Telêmaco Borba-ipuranga e Ipuranga-São Mateus do Sul (itens II.4 e II.5) as ocorrências de carvão registradas tem espessura e distribuição areal inexpressivas. Mapas de isólitais de carvão elaborados, mostram a tendência para redução dos depósitos de carvão em direção ao interior da bacia. Além disso, várias sondagens pioneiras realizadas recentemente (DNPM/CPRM, 1983) nas áreas com melhores perspectivas mostraram resultados negativos. Nestas regiões, apesar das

condições paleogeográficas (deita) terem sido favoráveis à formação de turfeiras, as condições ambientais, caracterizadas por elevado suprimento de elásticos, baixa taxa de subsidência com ausência de subsidência diferencial e elevada energia do sistema de distributários e das ondas e marés litorâneas, foram altamente desfavoráveis, a formação cumulativa, à expansão e à preservação de turfeiras.

### **27.3. Características dos carvões do Paraná**

#### **a. Gênese e características dos carvões**

As discussões precedentes mostram as relações entre os jazimentos conhecidos e os atributos mapeados.

1. Diversas ocorrências pequenas (Fazenda Hulha/São Geraldo, Areia Preta) e outras não mencionadas ocorrem no sistema fluvial, em baixios e canais abandonados da planície aluvial, associados com sedimentos dominados por areias. Esta é uma zona desfavorável devido a mecânica de sedimentação: suprimento superior a subsidência e alta mobilidade dos canais confinados ao paleo-relevo.

2. Os carvões posicionados na porção superior do Grupo Itararé (Ribeirão Novo) formaram-se em áreas pantanosas, em regiões costeiras dominadas por canais principais, em época interglacial.

3. Os jazimentos de Ibaiti e Carvãozinho ocorrem em depressões e paleovales escavados no topo do Grupo Itararé, ocupados por mangues costeiros, protegidos por barras e barreiras arenosas, e associadas a processos de supra-marés.

4. A jazida de Sapopema franqueia a província da planície deltaica em áreas interdistributárias, aparentemente num antigo alto recoberto por depósitos de mangue costeiro, e sucessivamente por planície de inter-maré.

5. Os jazimentos da região de Figueira (Cambuí, Taboão, etc.) resultaram da deposição em planície deltaica estabilizada, em baixios interdistributários e em canais abandonados e afogados.

6. Jazimentos de pequeno porte, como Salto Aparado, Bom Retiro e Campina dos Pupos situam-se em província de distributários junto a província dominada por ondas. Embora com condições inicialmente favoráveis do ponto de vista físico, o ambiente litorâneo e a sequência transgressiva deram características de alto teor de enxofre, pequena espessura e variabilidade elevada.

7. A ocorrência de Ribeirão das Antas representa áreas lagunais, associadas a bacias carbonáticas algálicas em bacias interlobais.

8. Os jazimentos e ocorrências de carvão posicionados ao sul do Estado (Fazenda Marçal, "Mina" do Cedro, Irati, São João do Triunfo, etc) apresentam características de terem se formado em diques marginais e baixios interdistributários de



planícies deltaicas dominadas por canais altamente migrantes ou em lagunas de planície de restingas de sistemas deltaicos destrutivos.

Na tabela I, são discriminadas as principais características dos carvões do Paraná em valores médios e com margem de confiança e na tabela II o comparativo com os carvões de @anta Catarina e do Rio Grande do Sul.

### **b. Grau de carbonificação (RAN K)**

Os carvões do Estado do Paraná mostram grau de carbonificação extremamente variável, desde antracito a sub-betuminoso, com predominância do tipo betuminoso alto volátil, variando de C a A; provavelmente esta variação resulta do aquecimento local produzido por diques de diabásio.

Como exemplo dessa situação ressaltamos o jazimento Fazenda Hulha/São Geraldo (item IV.2), que apresenta na sua porção sul e sudoeste carvões do tipo betuminoso alto volátil e, na porção nordeste, nas proximidades de diques de diabásio, carvões com características semi-antracitosas. Neste contexto e de forma mais proeminente também inserem-se os carvões posicionados na região da Charneira do Arco de Ponta Grossa (Salto Aparado, Bom Retiro e Campina dos Pupos), devido a ocorrência do grande número e densidade de diques de diabásio.

Com fins elucidativos relacionamos a seguir a classificação dos jazimentos e ocorrências de carvão, com base no teor de cinzas e poder calorífico:

São Mateus do Sul - betuminoso baixo/médio volátil e sub-betuminoso B/C.  
São João do Triunfo - betuminoso baixo/médio volátil a sub-betuminoso B/C. Irati - lignítico

"Mina" do Cedro - betuminoso baixo/médio volátil.

Oeste de Ipiranga - sub-betuminoso a betuminoso alto volátil.

Fazenda Marçal - betuminoso alto volátil B/C.

José Lacerda/Monjolinho - betuminoso alto volátil C a sub-betuminoso A.

Campina dos Pupos - betuminoso volátil a semi-antracito.

Salto Aparado - betuminoso alto volátil A/C.

Ribeirão das Antas - betuminoso baixo/médio volátil a sub-betuminoso B/C.  
Figueira - betuminoso alto volátil A.

Sapopema - betuminoso alto volátil C.

Carvãozinho - betuminoso alto volátil C - sub-betuminoso. Ibaiti - antracito.

Fazenda Hulha/São Geraldo - betuminoso alto volátil A - semi-antracito.

Ribeirão Novo - betuminoso alto volátil C.

### **c. Forma de deposição**

Os carvões do Paraná podem ser considerados como autoctones e hipautoctones em razão de vários elementos favoráveis: ocorrência frequente de paleossolos com impressões fósseis de plantas verticais e raízes, excelente preservação de partes delicadas das plantas que originaram as turfeiras e pela composição mesoscópica e microscópica, com a presença dos litotipos vitrênio, clarênio, durênio e fusênio e a excelente preservação dos macerais para os carvões considerados

autóctones. Para os carvões hipautóctones, domínio de material herbáceo algálico e pronunciada variabilidade da espessura e qualidade da camada de carvão.

**CARACTERÍSTICAS DOS CARVÕES DO ESTADO DO PARANÁ EM VALORES MÉDIOS E COM MARGENS DE CONFIANÇA**

ÁREA	UNIDADE %	M.F. %	C.F. %	CINZAS %	S %	P.CALOR, (B.S.) (Kcal/kg)	OBSERVAÇÕES
SÃO JOÃO DO TRIUNFO	- -	20,74 -	36,76 -	35,56 -	3,38 -	5025 -	01 amostra
IRATI	2,72 2,24	21,05 9,40	36,11 18,35	40,22 21,68	9,34 5,94	4973 1844	
"MINA" DO CEDRO	3,71 1,78	26,82 5,33	42,20 12,46	31,33 11,71	8,85 3,29	3175 616,60	
FAZENDA MARÇAL (MARINS)	7,56 6,03	25,02 10,67	41,50 14,06	32,87 12,00	8,10 7,30	4854 1.214,74	
HARMONIA/RIBEIRÃO DAS ANTAS	4,66 5,62	18,29 9,32	46,57 15,73	30,56 12,97	4,56 1,63	4556 1.350,15	
EUZÉBIO DE OLIVEIRA	6,37 4,29	22,90 9,74	25,22 17,35	45,50 27,80	6,60 5,79	3823 2.026,31	
TOMAZINA	8,94 -	22,07 -	35,95 -	25,78 -	11,94 -	4194 -	01 amostra
AREIA PRETA	1,80 -	23,30 -	38,00 -	38,70 -	11,30 -	4256 -	01 amostra
CAMPINA DOS PUPOS	3,05 1,57	11,76 3,22	41,53 9,88	43,38 11,04	11,58 4,31	3698 1.023,84	
SALTO APARADO	3,25 1,60	17,59 8,54	38,80 9,11	40,86 11,29	40,86 14,15	12,84 1.071,69	
FIGUEIRA (CAMBÚ)	3,15 2,87	21,66 8,65	37,81 11,83	33,50 18,42	8,42 4,01	4314 1.428,21	
CARVÃOZINHO	6,29 2,66	27,82 3,83	40,81 7,61	20,29 8,25	7,93 1,61	5281 476,91	
FAZENDA HULHA/SÃO GERALDO	6,57 6,10	21,16 8,72	42,78 13,45	28,66 18,85	4,03 3,32	4926 1.599,82	
RIBEIRÃO NOVO	4,98 2,88	26,17 14,12	49,26 15,34	23,03 7,15	6,03 3,65	6476 1.599,82	
JOSÉ LACERDA/MONJOLINHO	8,60 -	31,30 -	28,80 -	39,90 -	0,30 -	3026 -	01 amostra
IBAITI (BARRA BONITA)	3,16 1,28	7,35 2,52	46,80 12,19	42,71 11,97	6,80 2,74	4228 1.019,96	



**TABELA II**  
**COMPARAÇÃO ENTRE OS CARVÕES DO RS, SC e PR**

Rio Grande do Sul

JAZIDA OCORRÊNCIA	UMIDADE %	M.V %	C.F. %	CINZAS %	S	R.C.(B.S.) (Kcal/Kg)
CANDIOTA	16	19	27,6	52	1,2	3.200
IRUÍ	6,4	22,9	25,2	51,9	0,8	3.306
LEÃO I	4,5	22,5	25,4	52,1	1,7	3.270
LEÃO II	6,4	22,9	24,2	51,9	0,8	3.300
CHARQUEADAS	-	19,4	22,0	58,6	0,5	2.780
FAZIMAL	11,2	17,7	21,8	60,5	1,6	2.605

Santa Catarina

MINA A. SANGÃO	-	16,7	17,3	66,0	3,17	-
PRÓSPERA MINA POÇO 10	-	15,1	17,2	67,7	1,36	-
MINA UNIÃO	-	21,7	15,8	62,5	4,09	2.650
MINA SÃO ROQUE (un.:10)	1,79	16,4	21,9	61,6	4,06	2.433
MINAS S. AUGUSTA	-	15,5	20,2	64,3	3,11	-
MINA S. GERALDO	-	15,4	18,2	66,4	5,05	2.730
MINA RIO DESERTO	-	10,2	29,5	60,3	5,15	3.464
TREVISÓ	-	19,1	17,6	63,3	4,9	-

Paraná

FAZENDA MARÇAL	5,0	28	32	35	3,5	5.800
CAMPINA DOS PUPOS	3,0	12	35	50	8,0	4.200
SAPOPEMA	4,1	33	27,7	35,4	6,8	4.800
MINA ARMANDO SIMÕES	6,4	26,4	35,2	38,4	-	-
MONTE ALEGRE	4,5	15,9	30,7	53,4	9,5	5.232
CARVÃOZINHO	1,5	22,5	51	25	7,0	5.700
IBAITI	3,5	6,5	55	35	6,0	5.500
FAZENDA HULHA/S.GERALDO	9,0	23	33	35	2,0	5.500
"MINA" DO CEDRO	4,0	30	-	50	8,0	5.115
RIBEIRÃO NOVO	7,5	35,8	38,8	18,5	5,5	6.500

#### **d. Idade dos carvões**

Segundo estudos paleobotânicos efetuados por Rosier (1979) e Sommeret alii (1981) as associações florísticas da Formação Rio Bonito no Estado do Paraná são provenientes do desenvolvimento "in situ" de uma vegetação representada principalmente por Paracalamites, Annularia, Glossopteris, A. Accidentalalis, Equisitalis e Astherothecas. Esta flora, segundo esses autores seria indicativa de idade provavelmente Sakmariana-Artinskiana.

Para os carvões da área de Ribeirão Novo, posicionado na porção superior do Grupo Itararé, a alta incidência de Bothychipsis associada a Cordites, a sementes de Platispermas grandes, Paracaiamites e na ausência de Glossopterideas, colocaria esta assembléia em uma posição inferior às até agora descritas para a Formação Rio Bonito no Gondwana Sul Brasileiro. Com base nos dados coligidos pode-se sugerir uma idade para as assembléias estudadas correspondentes ao intervalo Sakmariano-Artinskiano.

Comparativamente, as floras até agora descritas para a Formação Rio Bonito no Estado de Santa Catarina são mais modernas (Artinskiano-Kunguriano) constituindo-se, de acordo com Bernardes de Oliveira (1977) na paleoflora Gondwana Brasileira com menor influência de formas migrantes de zonas equatoriais.

#### **27.4. Avaliação Econômica**

Como pode ser visualizado na tabela I I I os jazimentos de carvão do Paraná, excluindo os de Salto Aparado, Figueira e Sapopema, podem ser agrupados em jazidas de pequeno porte (2,5x10<sup>6</sup> toneladas) e mini-jazidas (0,1 a 0,5x10<sup>6</sup> toneladas). Esta característica somada a pequena espessura e a variabilidade lateral das camadas de carvão, bem como o alto teor de enxofre (4 a 8%) e de cinzas (30 a **60%**) que apresentam, conferem a esses jazimentos uma pequena viabilidade para a sua exploração econômica.

Calculados nessas premissas, as seguintes considerações podem ser sentidas a respeito da viabilidade econômica dos jazimentos de carvão estudados:

1. Os depósitos Ribeirão Novo e Ribeirão das Antas e as ocorrências situadas nas áreas de Imbituva, Irati, São João do Triunfo e São Mateus do Sul não apresentam, nas circunstâncias atuais, perspectivas de serem exploráveis economicamente em razão da pequena espessura, variabilidade e da qualidade da camada de carvão, da cobertura de estéril e da baixa tonelagem.

2. A reavaliação das informações disponíveis sobre o jazimento Fazenda Hulha/São Geraldo permite estimar para uma camada de carvão com espessura superior a 0,35 metros reservas da ordem de 60.000 toneladas. Essa tonelagem é passível de ser lavrada a céu aberto, para uma cobertura de estéril menor que 20 m e uma relação carvão/estéril de 1:20. Entretanto, devido a pequena espessura da camada, torna-se difícil o decapeamento sem grandes perdas.

3. O jazimento de Ibaiti apesar de possuir características antracitosas, não apresenta no momento maior interesse devido ao alto teor de enxofre. Seu uso

somente poderá ser cogitado quando se dispuser de tecnologia que proporcione a despiritização de carvões.

4. Pela reavaliação dos dados do jazimento Carvãozinho estima-se que para uma camada de carvão com espessura superior a 0,35 metros, as reservas sejam da ordem de 33.000 toneladas. As condições do jazimento permitem que essa tonelagem seja lavrada a céu aberto, com menos de 20 metros de cobertura e para uma relação média de carvão/estéril de 1:20. Entretanto, devido a pequena espessura da camada torna-se difícil o decapeamento sem grandes perdas, o que poderá conduzir a inviabilidade econômica da pequena tonelagem, em princípio, recuperável.

5. A avaliação técnico-econômica do depósito Campina dos Pupos indicou como viáveis, produções a partir da lavra seletiva da camada de carvão, pelo método de câmaras e pilares através de galerias a meia encosta. O nível de produção seria de 17.000 t/ano para uma espessura de corte de 0,65 m da camada de carvão. A recuperação em área seria da ordem de 60% para um carvão ROM com as seguintes especificações: granulometria de 0 a 40 mm, cinzas de 35 a 45%, enxofre de 4 a 8% e poder calorífico (bs) de 41 10 a 5000 kcal/kg.

Testes de queima em instalações industriais desaconselham o uso do produto lavrado em fornos contínuos convencionais devido ao baixo teor de voláteis e a baixa temperatura de fusibilidade das cinzas. Testes feitos em fornos operando "por batelada" (forjarias, cerâmicas, etc.) deram bons resultados, porém como a demanda conhecida para este tipo de equipamento é baixa, a implantação definitiva do empreendimento mineiro está na dependência da quantificação de consumo a um nível compatível com a produção prevista.

6. O depósito Fazenda Marçal apresenta boas perspectivas para a implantação de pequenas minas a meia encosta, necessitando, entretanto, trabalhos adicionais para determinação das reservas e da qualidade do carvão. Desta forma, considera-se necessária a execução de no mínimo 6 perfurações, com profundidade de no máximo 50 metros, para a avaliação do jazimento.

7. Para o depósito "Mina do Cedro", as condições de cobertura estéril exigem a lavra subterrânea através de câmaras e pilares com galerias a meia encosta. Entretanto, considerando os custos de escavação apenas nas câmaras com 0,50 metros de altura, para uma espessura de carvão na camada de 0,30 metros, o custo do carvão lavrado, nas circunstâncias atuais, equivaleria ao seu preço de venda. Pode-se ainda avaliar a dificuldade de viabilização da lavra de jazida desse tipo. tendo-se em conta que o teor de cinzas e a proporção de estéril incorporada ao carvão, corresponderia a exploração de carvão com 76% de cinzas.

### **27.5. Potencial para outros bens minerais**

Durante o desenvolvimento dos programas de trabalho de integração e avaliação regional para carvão, diversas ocorrências minerais foram registradas na faixa carbonífera, notadamente na região entre Siqueira Campos e Telêmaco Borba. Como foge ao escopo do presente trabalho a avaliação dessas ocorrências, são tecidas abaixo, apenas algumas considerações com respeito ao seu potencial,

posicionamento estratigráfico e significado econômico, como forma de contribuir na proposição de futuros trabalhos de pesquisa.

### **1.0) Calcário na Formação Irati**

Diversas sondagens realizadas para pesquisa de urânio e carvão na região compreendida entre

Euzébio de Oliveira, Figueira e Sapopema cortaram na Formação Irati uma camada de calcário aflorante e sub-aflorante numa área com cerca de 30 km<sup>2</sup> de extensão, que apresenta uma espessura média superior a 6 metros. A densidade de sondagens existentes em 40% da área (800x800m) permite extrapolar uma reserva inferida de 220x10<sup>6</sup> toneladas de calcário para uma relação estéril/minério de 4:1. Estudos iniciais realizados em áreas de concessão da Mineropar indicaram a presença da camada de calcário com espessura média de 7 metros da qual cerca de 2,5 a 3 metros (porção superior) constituem-se de calcário dolomítico, com teores de MgO + CaO entre 37 a 39% e de alumínio (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) menor que 1 %.

A exploração deste bem mineral é de suma importância para o Estado do Paraná em razão de

suas características essencialmente agrícolas e tendo-se em vista que:

- sua localização, em relação aos fornecedores tradicionais (Castro, Rio Branco do Sul, etc.), a coloca cerca de 180 a 300 km mais próxima dos principais centros consumidores (oeste paranaense, sudoeste de São Paulo e sul de Mato Grosso do Sul) e com preço final reduzido devido ao menor custo de transporte.

- custo relativamente baixo para implantação de uma planta de beneficiamento e retorno, a curto prazo, do capital investido, além da possibilidade de associação com grandes consumidores (cooperativas agrícolas) no desenvolvimento e lavra do jazimento.

### **2.0) Aproveitamento de enxofre dos carvões**

O Brasil importa quase 90% do enxofre consumido, ou seja, 0,97x10<sup>6</sup> toneladas (1981), e produz cerca de 0,19x10<sup>6</sup> t anuais de enxofre contido no ácido sulfúrico, das quais 0,092x10<sup>6</sup> toneladas são obtidas a partir de piritas do carvão. Completando os projetos em implantação a capacidade de produção atingirá cerca de 0,6x10<sup>6</sup> toneladas (50% do consumo) ou o equivalente ao atual consumo do Estado de São Paulo.

O teor médio de enxofre dos carvões do Paraná é da ordem de 6%, havendo casos em que atinge valores superiores a 10%, teor esse já considerado como minério de enxofre. Levando-se em conta que as reservas de carvão (medidas e potenciais) determinadas no Projeto Carvão da Mineropar são da ordem de 7x10<sup>6</sup> toneladas e que as reservas medidas, já existentes, somam aproximadamente 5x10<sup>6</sup> toneladas (Sapopema, Cambuí e Salto Aparado), o potencial dos carvões do Paraná em enxofre é da ordem de 3x 10<sup>6</sup> toneladas.

Por essas razões o potencial regional deste bem mineral é considerado alto.

A implantação de um programa para aproveitamento de enxofre da piritas não apresenta nenhuma restrição quando a prospectividade e potencialidade devido ao avançado estado de conhecimento dos alimentos de carvão e a atual produção de



carvão do Paraná de 0,3x10<sup>6</sup> toneladas anuais, o que representa uma disponibilidade anual imediata de 18.000 toneladas de rejeito piritoso.

**TABELA III****RESERVAS “IN SITU” COM DISCRIMINAÇÃO DE  
ESPESSURA MÉDIA (CT) E COBERTURA DE ESTÉRIL**

AREIA	MEDIDAS (t)	INDICADORES (t)	INFERIDAS (t)	POTENCIAL (t)	ESP. MÉDIA (m)	COBERTURA (m)
RIBEIRÃO NOVO	-	-	-	225.	0,30	0-70
FAZENDA HULHA/S.GERALDO	160.	-	-	-	0,40	0-40
IBAITI	100.	-	-	-	0,40	0-70
CARVÃOZINHO	220.	-	-	-	0,45	0-50
RIBEIRÃO DAS ANTAS	-	-	-	240.	0,30	0-100
FAZENDA MARÇAL	-	-	-	650.	0,35	0-50
CAMPINA DOS PUPOS	2.227.	-	-	-	0,83	0-185
“MINA”DO CEDRO	479.	-	-	-	0,30	0-50
IRATI	-	-	-	3.200	0,20	0-70
AMANDO SIMÕES (Cambuí)	2.700	100	500	12.400	0,78	120
POÇOS 115 (Cambuí)	2.500	100	500	12.400	0,68	120
MINAS 6 e (Klabim)	1.590	210	-	-	0,70	0-50
DEPÓSITO DE CARVÃO - NUCLEBRÁS	2.200	-	-	-	0,50	120
SAPOPEMA	42.000	-	-	-	0,60	380.700
TOTAL	54.016	410	1000	29.145		

Quanto a expectativa de sucesso, o problema se resume em capacitação tecnológica para (1.0) separação do enxofre e produção de ácido sulfúrico ou (2.0) sua produção a partir de rejeito piritoso (Mina do Cambuí) ou (3.0) ainda a partir de carvões muito ricos em pirita. A experiência já existente na Indústria Carboquímica Catarinense deve ser aproveitada.

### 3.0) Sulfetos de Cu, Pb e Zn na Formação Rio Bonito

Muitos autores tem procurado estabelecer os parâmetros controladores de mineralizações em terrenos sedimentares tais como fez Asamaiyev (1979) para sequências carbonáticas e Samana (1976) para sequências elásticas. Nesses estudos, observou-se que um grande número de mineralizações estratiformes de Cu, Pb e Zn em rochas hospedeiras sedimentares apresentavam os seguintes controles:

- associação com sedimentos elásticos depositados na interface entre ambientes elásticos e marinho, configurando sequências arenosas sotopostas a sedimentos marinhos transgressivos.
- posicionamento na transição fácies oxidante - fácies redutora.
- as mineralizações nesses ambientes ocorrem principalmente sob a forma sulfetada, apresentando enriquecimentos de Fe (pirita), Cu, Pb, Zn, Co, Mo, Ge, Ag, V, Ni e As.

Com a manipulação de um grande volume de dados durante o desenvolvimento do Projeto Carvão, uma série de parâmetros favoráveis a mineralizações sulfetadas, abaixo discriminadas, foram identificadas na Formação Rio Bonito, principalmente na região compreendida entre Siqueira Campos, Figueira e Telêmaco Borba:

- presença da interfície ambiente continental (Membro Triunfo) e marinho transgressivo (Membro Paraguaçu).
- presença da interfícies oxidante/redutor (Membro Triunfo/Membro Paraguaçu).
- presença de cunhas elásticas com abundante material orgânico disseminado (distributários deltaicos).
- presença de "traps" estruturais-estratigráficos, resultantes de basculamentos de blocos formados por falhas e intrusões de diques de diabásio. Nessas zonas, o grande fluxo hidrodinâmico pode conduzir a enriquecimentos secundários.
- abundância de sulfetos em testemunhos de sondagens, ainda não devidamente identificados. presença de grandes manchas anômalas de Pb, detectadas por geoquímica de sedimentos de corrente (Projeto Siqueira Campos-Nuclebrás, 1979), com teores entre 30 a 70 ppm de Pb. enriquecimento anômalos de Mo, V, Cu, Pb e Zn, associados a Fe, S e As, contendo secundariamente Se, Ni e Ge na jazida uranífera de Figueira.

A região registra ainda a ocorrência de camadas de argilo-minerais nos sedimentos deltaicos do Membro Triunfo da Formação Rio Bonito ("**under clays**") e nas proximidades da cidade de Salto do Itararé uma ocorrência de mercúrio em contexto geológico não identificado, e parcialmente pesquisada no ano de 1935 (manifesto de Lavra, DNPM ri. 3128/35).

## BIBLIOGRAFIA

- ALMEIDA, Fernando Flávio de. **Síntese sobre a tectônica da Bacia do Paraná**. I n: 111 Simpósio Regional de Geologia v. 1. Curitiba, 1981. p. 1-20
- .ANDRADE, S. M. e SOARES, P. C. **Geologia de semidetalhe do Centro-Leste do Paraná**. Ponta Grossa, Petrobrás DESUL - SEGES, 1971. 2 v.
- BEAUMONT, E. A. Depositional Environments of Fort Union Sedimentary (Tertiary,north west Colorado) and their relation to coal. **American Association of Petroleum Geologists Bulletin**. Illinois, 63:194-217. 1979.
- BERNARDES, M. E. C. Oliveira. **Tatoflora eogodwânica da camada Irapuá, Formação Rio Bonito (grupo Tubarão)** Santa Catarina. São Paulo, Universidade de São Paulo, 1977. I v. Tese Doutorado Universidade de São Paulo.
- CAVA, Luis Tadeu. **Programa de integração e avaliação regional área Siqueira Campos -Figueira**. Curitiba, Mineropar, 1981. I v . .
- CAVA, Luis Tadeu. **Programa de integração e avaliação regional área Telêmaco Borba -Ipiranga**. Curitiba, Mineropar, 1983. i V.
- CAVA, Luis Tadeu. **Projeto Triunfo**. Curitiba, Nuclebrás, 1978. 2 v.
- CAVA, Luis Tadeu. **Projeto Triunfo - Sondagem/Perfilagem**. Curitiba, Nuclebrás,1979. v. 1.
- CAVALCANTE, José Carvalho e SANTOS, Maria Eugenia. **Projeto Ibaiti - Carvãozinho, Relatório de Etapa 1**. Curitiba, Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais, Mineropar, 1981. I v.
- CHIAVEGATTO, José Roberto Secioso et alli. **Projeto Oeste de Ipiranga: mapeamento e semidetalhe para carvão na área a Oeste de Ipiranga (Ipiranga, Ibituva e Ivaí, Estado do Paraná)**. Curitiba, Tecnotema, Mineropar, 1983. 3 v.
- CHIAVEGATTO, José Roberto Secioso et alli. **Projeto Harmonia: mapeamento geológico**. Curitiba, Nuclebrás, Mineropar, 1981. 3 v.
- CHIAVEGATTO, José Roberto Secioso et alli. **Projeto Fazenda Marçal: mapeamento de detalhe para carvão da Fazenda Marçal (Reserva, Estado do Paraná)**. Curitiba, Tecnotema, Mineropar, 1982. 2 v.
- CRUZ. Adão de Souza et alli. **Projeto Iratí: mapeamento geológico**. Curitiba, Nuclebrás, 1981. 4 v.
- CRUZ, Adão de Souza et alli. **Projeto São Mateus do Sul: mapeamento geológico**, Curitiba, Nuclebrás, 1979. 5 v.

- DAEMON, Roberto Ferreira e ABOARRAGE, Antonio Michel. **Relatório integrado dos projetos:** carvão no extremo norte de Santa Catarina, prospecção de carvão no Paraná I I, carvão no Estado de São Paulo. São Paulo, Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, SUREG/SP, 1976. 2 v.
- DAPPLES, Eduard e HOPKINS, M. E. **Environments of coal deposition.** Boulder, The Geological Society of America, 1969. 204 p.
- DAVID, Carlos Adolfo et alli **Projeto Ribeirão Novo:** pesquisa de detalhe para carvão na área de Ribeirão Novo (Wenceslau Braz, Estado do Paraná). Curitiba, Tecnotema, Mineropar, 1981. 2 v.
- DIAS, Marcos Vitor F. et alli. **Projeto Campina dos Pupos:** programa de trabalho em detalhe. Curitiba, Mineropar, 1981. 2 V.
- DIAS, Marcos Vitor F. e DUSCZAK, Sérgio cordeiro. **Projeto José Lacerda Norte de Monjolinho:** mapeamento geológico de semidetalhe. Curitiba, Mineropar, 1982. 1 v.
- DIAS, Marcos Vitor F. **Relatório parcial da área Ribeirão das Antas.** Curitiba, Mineropar, 1981. 1 v.
- DUSCZAK, Sérgio Cordeiro. **Projeto Fazenda Hulha, São Geraldo:** relatório conclusivo de pesquisa de carvão. Curitiba, Mineropar, 1982. 1 v.
- FRANCISCONI, Odimo et alli. **Relatório geológico da área Curiúva - Ortigueira (Pr).** São Paulo, Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, SUREG-SP, 1971, 48 p.
- FULFARO, José Vicente et alli. Compartimentação e evolução tectônica da Bacia do Paraná. In: GEOLOGIA da Bacia do Paraná; Reavaliação da potencialidade e prospectividade em hidrocarbonetos. São Paulo, Paulipetro, Consórcio CESP/IPI, 1982. p. 75-115.
- GARCIA, Antonio Jorge Vasconcelos. **Projeto Marins:** mapeamento de semidetalhe para carvão na área de Marins - Cerro Azul (Reserva - Ipiranga, Estado do Paraná). Curitiba, Tecnotema, Mineropar, 1981. 5 v.
- GOLD, Otto. Appraisal of the coal possibilities in the carboniferous belt of states Santa Catarina, Paraná, São Paulo. Koelm, 1966. 70 p.
- JORGE, Honofre et alli. **Projeto carvão noroeste de Figueira:** relatório final. São Paulo, Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, SUREG/SP, 1971. 1 v.
- KAEFER, Libório Q. e PIZZATTO, Lauro G. **Projeto Fazenda Hulha e São Geraldo:** relatório de etapa. Curitiba, Mineropar, 1981. 1 v.
- KLEMME, H. D. The geology of future petroleum resources. **Rev. Inst. Franc. Petr.** 35 (2): 337-349, 1980.
- LENZ, Reinhard. **Carvão na Bacia do Paraná.** Brasília, Departamento Nacional da Produção Mineral, 1977. 53 p.

- MARTINS, Antonio Juarez e BATOLLA JUNIOR, Fernando. **Projeto prospecção de carvão no Paraná: relatório da I.a fase.** São Paulo, Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, 1975. 1 v.
- MEDEIROS, R. A. et alli. **Projeto Rio Bonito:** relatórios 40 e 413. Ponta Grossa, Petrobrás, DESUL, 1971. 2 v.
- MINAS de carvão no Paraná. **Informativo Anual da Indústria Carbonífera.** Brasília, Departamento Nacional da Produção Mineral, **5:159-173**, maio, 1984.
- NAGALLI, João Carlos Tadeu et alli. **Projeto Siqueira Campos:** reconhecimento radiológico. Curitiba, Nuclebrás, 1978. 3 v.
- OLIVEIRA, Gabriel Mauro de Araújo e LEMR, Peter. **Carvão mineral do Paraná: Campo carbonífero Rio Tibagi.** Rio de Janeiro, Departamento Nacional da Produção Mineral, 1962. 223 p. Boletim n. 111.
- PASSOS, N. et alli. **Carvão mineral da Barra Bonita e Carvãozinho.** Rio de Janeiro, Departamento Nacional da Produção Mineral, 1934, 1 v. Boletim n. 42.
- PEREIRA, R. C. R. **Projeto de aproveitamento econômico da jazida de carvão mineral da Mina do Cedro.** Curitiba, Mineropar, 1980. 1 v.
- POPP, José Henrique. **Fácies, ambientes e carvões da Formação Rio Bonito no sul do Estado do Paraná:** uma análise estratigráfica, Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1982. 196 p. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- PROJETO conceitual da mina de carvão de Sapopema: relatório final. São Paulo, PROMON, 1984. 170 p.
- REIS, Lélío Tadeu **dos** e **DIAS, Marcos** Vitor F. **Projeto Mina do Cedro:** programa de trabalho em detalhe, Curitiba, Mineropar, **1981.** 1 v.
- ROSLER, Oscar. Plantas fósseis de São João do Triunfo (Pr), Formação Rio Bonito e suas implicações geológicas. In: SIMPOSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 2., Rio Claro, 1979. **Anais.** São Paulo, SBG, Núcleo de São Paulo, 1979. v. 1 p. 181-202.
- SAAD, Samir et alli. **Projeto Sapopema:** sondagem e perfilagem. Curitiba, Nuclebrás, 1975. 2 v.
- SLOSS, L. L. Sequences in the cratonic interior of north America. **Bulletin of the Geological society of America.** Tulsa. 74:93-114. 1963.
- Tectonics cycles of the north American craton. **Bulletin of the Kansas Geological Survey.** Tupeka, 169:449-60. 1066.

- SOARES, Paulo C. et alli. Avaliação preliminar da evolução geotectônica das bacias intracrotônicas brasileiras. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28., Porto Alegre, 1974, **Anais**. Porto Alegre, Sociedade Brasileira de Geologia, 1974. v. 4 p. 61-83.
- SOARES, Paulo C. Bacias intracratônicas: geometria numa superfície esférica e implicações na análise tectônica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 31., Balneário de Camboriú, 1980. **Anais**. Balneário de Camboriú, Sociedade Brasileira de Geologia, 1980. v. 5, p. 2732-2743.
- SOARES, Paulo C. et alli. Elementos estruturais da parte Nordeste da Bacia do Paraná: classificação e gênese. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28., Porto Alegre, 1974. **Anais**. Porto Alegre, Sociedade Brasileira de Geologia, 1974. v. 4, p. 107-121.
- SOARES, Paulo C. et,-alii. Geologia da região Sudoeste de São Paulo. In: SIMPOSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 2., Rio Claro, 1979. **Atas**. São Paulo, SBG. Núcleo de São Paulo, 1979. v. 2, p. 307-319.
- SOARES, Paulo C. e CAVA, Luis Tadeu. **Programa de integração e avaliação regional: Área Figueira - Telêmaco Borba**. Curitiba. Mineropar, 1981. I v.
- SOMMER, Margot Guerra et alli. Análise do conteúdo paleobotânico de peritosossilíferos (Rio Bonito) da área Ribeirão Novo Paraná. In: SIMPOSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 3., Curitiba, 1981. **Atas**. Curitiba, SBG. Núcleo de São Paulo, 1981. v. 2, p. 180-189.
- SOMMER, Margot Guerra et alli. Contribuição ao estudo da tafoflora da Formação Rio Bonito (Membro Triunfo) na área de Marins - Estado do Paraná. In: SIMPOSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 3., Curitiba, SBG. Núcleo de São Paulo, 1981. v. 4, p. 190-225.
- TEIXEIRA, G. de Paiva e DUTRA, E. B. **Carvão mineral no Norte do Paraná**. Rio de Janeiro, Departamento Nacional da Produção Mineral, 1934. I v. Boletim n. 4.
- TOMAZI, E. e RONCARATI. J. J. **Geologia de semidetalhe do Nordeste de Santa Catarina e Sudeste do Paraná**: relatório 380. Ponta Grossa, DESUL, SEGES, 1970. 2 v.
- VI EIRA, A. J. e MA INGU E, E. **Geologia de semidetalhe do Centro e Noroeste do Paraná e Centro-Sul de São Paulo**: relatório 425. Ponta Grossa, Petrobrás, DESUL, 1972. 2 v.
- WEEKS, L. G. Factors of sedimentary basin development that control at occurrence. **Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists**. Tulsa, 36:2071-124. 1952.