

2000
1999

CONTINUING TO THE AIRPORT

023/80

FOR THE 1980-1981 FISCAL YEAR

APPROVED BY THE
COMMISSIONER OF THE
REVENUE DEPARTMENT

MINERAIS DO PARANÁ S/A.
MINEROPAR
BIBLIOTECA

PROJETO "INTEGRAÇÃO E AVALIAÇÃO REGIONAL"

CONVÊNIO SG/MME—MINEROPAR
025/80

ÁREA TELÊMACO BORBA — FIGUEIRA

M
552.574
(816.22)
C 2.76 x
92.1

MINEROPAR

Minerais do Paraná S.A.

1981

Registro n. 2116



Biblioteca/Mineropar

REA TELMACO BORBA

MINEROPAR
Minerais do Paraná S.A.
BIBLIOTECA
REG. 2116 DATA 28/11/85

MINERAIS DO PARANÁ S.A.—MINEROPAR

DIRETOR PRESIDENTE
ANTONIO DE SOUZA MELLO NETTO

DIRETOR TÉCNICO
ELIMAR TREN

DIRETOR ADMINISTRATIVO FINANCEIRO
OZIR RAMIRO DE ASSIS

COORDENADOR GERAL DO PROJETO CARVÃO
MÁRIO LESSA SOBRINHO

RESPONSÁVEL PELO PROJETO
LUIS TADEU CAA

AUTORES
GEÓLOGOS:

LUIS TADEU CAVA

PAULO CESAR SOARES

ÍNDICE

RESUMO

1. INTRODUÇÃO	01
2. LOCALIZAÇÃO E DISPONIBILIDADE DE DADOS	02
3. GEOLOGIA DA ÁREA	03
4. ATIVIDADES E MÉTODOS DE TRABALHO	04
4.1. Seleção de Perfis de Sondagem	05
4.2. Digitalização de Dados Litológicos	05
4.3. Análise de Fácies	05
4.4. Correlação de Perfis	06
4.5. Mapas de Atributos Faciológicos e Espessura	07
4.6. Seções Estratigráficas	08
5. RESULTADOS OBTIDOS - Análise da Formação Rio Bonito ,.....	09
5.1. Intervalo DE	10
5.2. Intervalo CD	12
5.3. Intervalo AC	16
5.4. Evolução Paleogeográfica	19
5.5. Tipologia dos Jazimentos de Carvão na Área	20
5.5.1. Fatores Gerais que controlaram a ocorrência e qualidade do carvão	20
5.5.2. Características dos carvões da área	22
6. CONCLUSÕES	24
6.1. Sobre a superfície pré-Rio Bonito	24
6.2. Sobre as fácies e ambientes deposicionais do Membro Triunfo na área	24
6.3. Sobre a gênese e características dos carvões na área ...	25
6.4. Sobre o potencial para carvão na área	25
7. RECOMENDAÇÕES	27
8. BIBLIOGRAFIA	28

FIGURAS

Fig. 1 - Mapa de localização

Fig. 2 - Coluna Estratigráfica composta

Fig. 3 - Exemplo de interpretação de fácies usando perfis γ e R

Fig. 4 - Seção diagramática com as relações entre unidades estratigráficas principais litologias e horizontes de correlação

Fig. 5 - Diagrama de fácies - seção proximal

Fig. 6 - Diagrama de fácies - seção mediana

TABELAS

Tabela 1 - Tabela de fácies e ambientes dos sistemas deposicionais

Tabela 2 - Classificação e características dos jazimentos de carvão da região

ANEXOS

Anexo I - Mapa Geológico

Anexo II - Intervalo CE-Mapa de dispersão de clásticos

Anexo III - Intervalo CE-Mapa de isópacas

Anexo IV - Intervalo CE-Mapa de razão areia/folhelho

Anexo V - Intervalo CD-Mapa de multi-atributos, ..

Anexo VI - Intervalo CD-Mapa de isópacas

Anexo VII - Intervalo AC-Mapa de isópacas

Anexo VIII - Intervalo AC-Mapa de isólitas de arenitos

Anexo IX - Intervalo C_1C_2 -Mapa paleogeográfico à época da principal camada de carvão e níveis correlatos

Anexo X - Seção estratigráfica direcional A-A'

Anexo XI - Seção estratigráfica direcional B-B'

Anexo XII - Seção estratigráfica de mergulho C-C'

Anexo XIII - Seção estratigráfica de mergulho D-D'

Anexo XIV - Seção estratigráfica de mergulho E-E'

RESUMO

Apresenta-se neste relatório os resultados obtidos pela integração geológica e avaliação do potencial para carvão da Formação Rio Bonito na região denominada Charneira do Arco de Ponta Grossa.

Estes estudos incluíram a análise dos parâmetros - estratigráficos, paleotopográficos e das variações litofaciológicas, de forma a contribuir para a melhor compreensão dos padrões deposicionais. Como consequência, além dos aspectos diretamente relacionados com a seleção de áreas potenciais para carvão, foi possível propor uma subdivisão faciológica local e estabelecer um esboço dos modelos de sedimentação do Membro Triunfo e da porção inferior do Membro Paraguaçu.

A porção basal do Membro Triunfo, intervalo DE, correspondente a sistemas de rios anastomosados associados a leques aluviais, localmente com influência do ambiente marinho e no geral com nítido controle paleotopográfico, apresenta reduzida perspectiva para carvão face a seu contexto deposicional.

O intervalo superior CD, interpretado como derivado do sistema de rios meandantes e deltáico é que apresenta maior potencial carbonífero.

O intervalo AC, porção inferior do Membro Paraguaçu, geneticamente relacionado a ambientes transgressivos, provavelmente depositado em clima árido e meio oxidante é estéril para carvão.

Como resultado, selecionou-se a área a oeste da sede do município de Sapopema, como favorável a jazimentos de carvão, propondo-se a execução de 02 perfurações e recomendando os jazimentos de Carvãozinho, Areia Branca e Ribeirão das Antas para que sejam reavaliados.

Para a ocorrência de Sapopema face as suas características geológicas e tecnológicas peculiares recomenda-se a continuidade dos trabalhos em três etapas consecutivas, visando à determinação de sua economicidade.

1. INTRODUÇÃO

A Formação Rio Bonito no Estado do Paraná tem sido, desde a década de 40, alvo de estudos geológicos visando a pesquisa de carvão mineral. Estes estudos, encetados quase que na sua totalidade em áreas específicas, constaram em trabalhos de superfície e de sondagens, que resultaram na descoberta de várias jazidas, das quais somente 02 (duas) acham-se atualmente em atividades.

Como decorrência da crise energética atual, a busca de fontes alternativas de energia tornou-se imperativa, levando a retomada dos trabalhos de pesquisa para definição e aproveitamento do potencial carbonífero do Paraná, a luz de conceituações geológicas e econômicas atualizadas.

O programa de pesquisa apresentado pela Mineropar, está voltado a esta nova realidade, e consta do desenvolvimento sistemático de atividades julgadas necessárias ao atendimento desses objetivos. Na estratégia exploratória adotada foram estabelecidos programas de trabalhos em nível regional, de semi-detálhe e detalhe de forma que seu desenvolvimento permitisse uma contínua avaliação dos prospectos com a execução das operações de forma simultânea e escalonada.

Dois princípios básicos da atividade exploratória estão contidos nesta estratégia: 1º) quanto maior for o conhecimento geológico, menor é o risco da prospecção, e 2º) a concentração de recursos minerais na natureza, é o resultado da combinação excepcional de fatores genéticos favoráveis. Como corolário destes princípios, sabe-se que quando os recursos minerais são abundantes o conhecimento geológico é dispensável; o inverso é verdadeiro e isto é o mais importante a ser considerado numa política de pesquisa mineral.

A descoberta de pequenas jazidas de carvão, é de grande importância no momento atual, para o desenvolvimento estadual. A descoberta de grandes jazidas tem a máxima importância, tanto para o desenvolvimento estadual como nacional, onde pelo menos dentro das próximas três décadas a evolução tecnológica não terá ainda encontrado substituto em escala comercial para os combustíveis fósseis, e tendo em vista deter o Estado

do Paraná o potencial carbonífero mais próximo do principal mercado consumidor.

Qual é entretanto, o potencial carbonífero do Estado do Paraná? Este é o grande desafio que a Mineropar com seu Projeto Carvão tem pela frente.

2. LOCALIZAÇÃO E DISPONIBILIDADE DE DADOS

A área abrangida pelos estudos do programa de integração e avaliação regional, integra toda a faixa aflorante da Formação Rio Bonito até a profundidade de 500 metros, desde a região de São Mateus do Sul à Siqueira Campos.

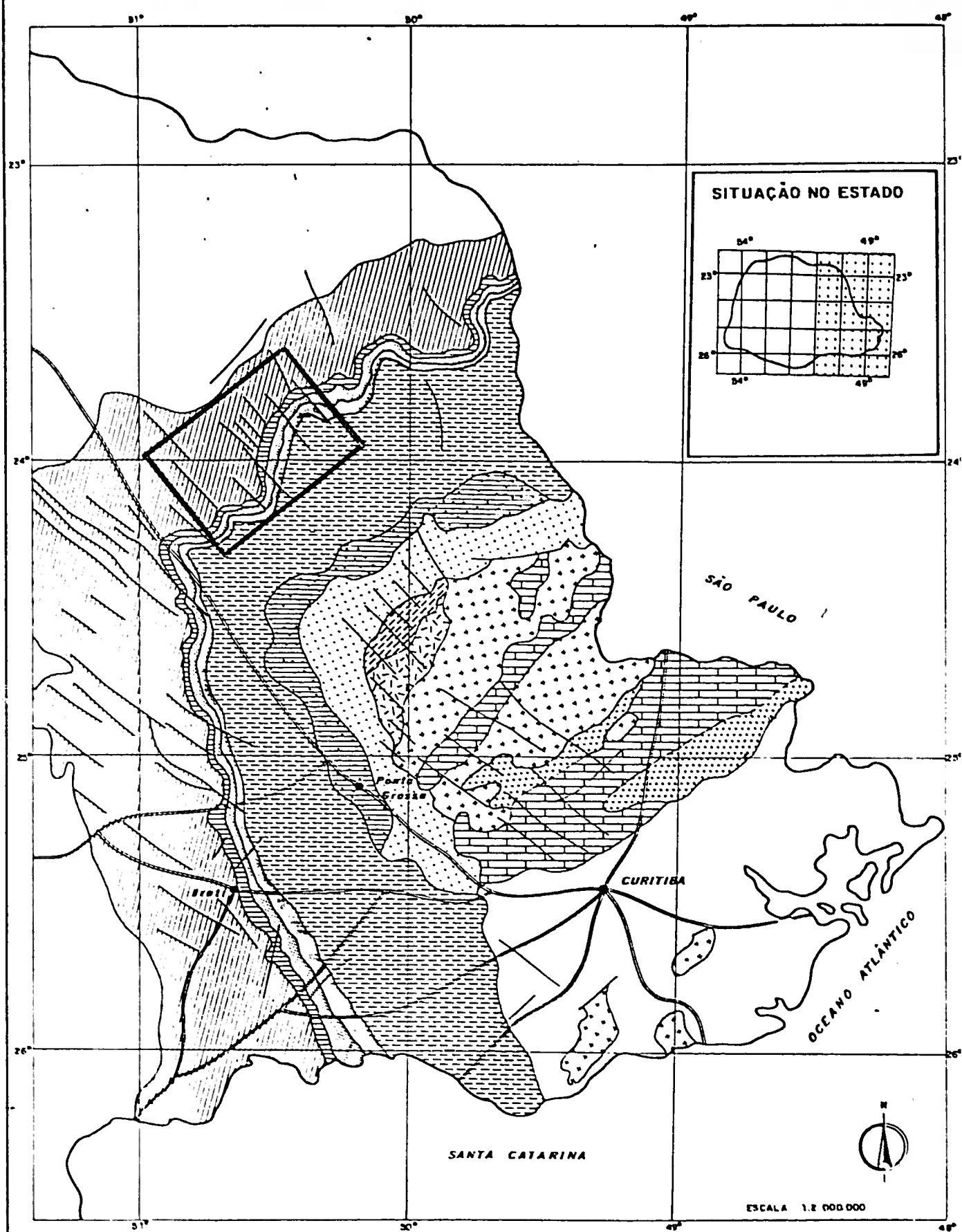
No contexto tectônico regional, faz parte (Fig. 1) da estrutura monoclinal denominado Arco de Ponta Grossa, de considerável expressão geográfica na porção leste do Estado, com seu eixo orientado segundo a direção NW-SE.

Como parte da estratégia exploratória adotada para desenvolvimento dos trabalhos, foi subdividida em três grandes regiões, denominadas informalmente de Área a Sul, Charneira e Área a Norte do Arco de Ponta Grossa, como sendo correspondentes a regiões com características geológicas distintas, segundo critérios faciológicos, tectônicos e da tipologia dos jazimentos de carvão. Para início dos trabalhos, optou-se pela avaliação da área Charneira do Arco de Ponta Grossa, que engloba os campos carboníferos do Rio Tibagi e do Rio do Peixe, em função da grande disponibilidade de dados aliado as mais significativas jazidas e ocorrências de carvão do Estado do Paraná.

Pretendeu-se, desta maneira, em função desses elementos favoráveis, coletar informações que apresentassem parâmetros geoeconômicos significativos, a serem utilizados como suporte na avaliação das demais regiões.

A área em questão situa-se entre as localidades de Telêmaco Borba, a sul, e Figueira, a norte, e possui uma extensão de aproximadamente 1.000 km² (Fig. 1).

No aspecto econômico os trabalhos geológicos efetuados datam desde a década de 40, e visaram sobretudo a descoberta de carvão, urânio e petróleo. As primeiras investigações



realizadas referem-se a levantamentos geológicos, de cunho local, para a pesquisa de carvão mineral, dos quais destacam-se aquelas realizadas por G.P. Teixeira (1934), G.M.A. Oliveira (1953) e N. Passos (1959), seguidas dos expressivos trabalhos desenvolvidos pelo DFPM, com a execução de sondagens nas áreas de Telêmaco Borba e Figueira.

A partir da década de 50, houve um incremento dos trabalhos de pesquisa por parte da Petrobrás, CNEN e CPRM, visando a descoberta de petróleo, urânio e carvão respectivamente, o que resultou na obtenção de mapas geológicos na escala 1:100.000 e 1:50.000 e cerca de 500 furos de sondagens.

Como resultado, encontram-se na área, várias minas de carvão abandonadas, 02 (duas) em atividade (Monte Alegre e Cambuí) e a jazida uranífera de Figueira, além da extração de diamantes efetuada por garimpeiros.

3. GEOLOGIA DA ÁREA

As principais unidades estratigráficas aflorantes estão situadas cronologicamente no Permiano e são representadas pelo Grupo Itararé e as Formações Rio Bonito, Palermo (Grupo Guatã), Irati e Serra Alta (Grupo Passa Dois).

A coluna estratigráfica representativa da área é a proposta por Mulhmann et alii (1974), cujas características principais acham-se descritas na Fig. 2.

O Grupo Itararé, compreende a sequência sedimentar, de idade permo-carbonífera, caracterizado principalmente por diamictitos, refletindo influências glaciais nos seus diferentes ambientes de deposição.

Os sedimentos da Formação Rio Bonito, subdivididos em 03 (três) intervalos distintos, denominados formalmente de Membros Triunfo, Paraguaçu e Siderópolis, são representativos de um sistema fluvio-deltáico progradacional que evoluem na sua porção superior para ambientes marinhos transgressivos.

O Membro Triunfo, (80m) unidade litoestratigráfica de interesse econômico e enfoque principal deste trabalho será detalhado no item Resultados Obtidos.

PROJETO CARVÃO
PROGRAMA INTEGRAÇÃO E AVALIAÇÃO REGIONAL

COLUNA ESTRATIGRÁFICA COMPOSTA						
GRUPO	FORMAÇÃO	MEMBRO	ESPESSURA MÉDIA (m)	DESCRIÇÃO SUMÁRIA	PRINCIPAIS ESTRUTURAS SEDIMENTARES	AMBIENTES
GRUPO PASSA DOIS	FM. IRATI		40	FOLHELHOS BETUMINOSOS CINZA ESCUROS COM INTERCALAÇÕES DE CALCÁRIO CINZA	PARALELA	PLATAFORMA RASA, RESTRITO
GRUPO GUATÁ	FM. PALERMO		85	SILTITO CINZA ESVERDEADO COM NÍVEIS ARENOSOS E DE CALCÁRIO	PARALELA BIOTURBAÇÃO FLASER	EPINERÍTICO
	FM. RIO BONITO	MEMBRO SIDERÓPOLIS	—	—	—	—
		MEMBRO PARAGUACU	120 - 130	ARENITOS/SILTITOS CINZA ESVERDEADOS, AMARRONZADOS, SILIFICADOS, AS VEZES BIOTURBADOS, INTERCALADOS COM NÍVEIS DE CALCÁRIO	MICROESTRATIF. CRUZADA, PARALELA E ONDULADA, BIOTURBAÇÃO	PLANÍCIE DE MARÉ
		MEMBRO TRIUNFO	0 - 80	ARENITO CINZA ESBANQUIÇADO, FINO A GROSSEIRO, NÍVEIS CONGLOMERAT COM INTERCAL DE SILTITOS, FOLHELHOS E CARVÃO	ESTRATIFICAÇÃO CRUZADA, ONDULAÇÕES	FLUVIAL, DELTAÍCO
GRUPO ITARARÉ			725 - 850	DIAMICTITOS CINZA ESCUROS, ARENITOS, SILTITOS, FOLHELHOS CINZA ESCURO, FOLHELHOS CHOCOLATE E CINZA, ARENITOS	LAMINAÇÃO PARALELA "RÍTMICA", CONVOLUTA, ESTRAT. CRUZADA	MARINHO FLÚVIO-GLACIAL LAGUNAR GLACIAL

O Membro Paraguaçu, (90-100m) está representado por siltitos e folhelhos cinza-esverdeados intercalados com camadas de arenitos finos e lentes de rochas carbonáticas. O Membro Siderópolis, mal definido na área parece constituir os siltitos e folhelhos de coloração cinza-esverdeados, situados entre a seção carbonática do Membro Paraguaçu e a seção pelítica cinza-escura da Formação Palermo.

As formações Irati (50m) e Serra Alta (90m), ocorrentes à oeste da área constituem-se de sequências monótonas de siltitos e siltitos arenosos amarelo esverdeados e de siltitos e folhelhos cinza-azulados, respectivamente.

A Formação Teresina (520m), aflorante no extremo oeste da área, é considerada o limite da faixa prospectiva para carvão (350 a 850m de cobertura), e constitui-se de siltitos e arenitos muito finos cinza, com calcários intercalados.

—D No contexto tectônico regional, insere-se no flanco norte do Arco de Ponta Grossa, estrutura monoclinal em forma de nariz que condicionou o mergulho dos sedimentos gondwânicos para oeste no seu flanco oriental e para leste e sul, com desvios locais para ambos os lados no flanco ocidental.

A área está compartimentada em blocos delimitados por falhas verticais em direção N45W na maioria dos casos, preenchidas por diques de diabásio. No geral, os blocos estão aderidos para norte, em forma escalonada com o lado alto a sul. Na parte central, junto ao Ribeirão das Antas ocorre um pequeno horst. Os rejeitos são variáveis, chegando a ultrapassar .. 100m.

Ocorrem enxames de diques, com variada densidade. As espessuras dos diques são variáveis, chegando a atingir 200m.

4. ATIVIDADES E MÉTODOS DE TRABALHO

As atividades efetuadas constaram basicamente no desenvolvimento concomitante de duas atividades distintas.

A primeira, relacionou-se à apreciação preliminar das informações existentes, através da integração e reinterpretação de dados, e definição de modelos genéticos alternativos.

Teve como objetivo selecionar áreas potenciais e definir os programas de trabalho a serem realizados, bem como promover o acompanhamento, orientação e avaliação periódica das operações realizadas pela equipe técnica do Projeto.

Na segunda, referente aos trabalhos de avaliação regional, realizou-se as atividades que se acham abaixo detalhadas:

4.1. Seleção de Perfis de Sondagem

Os perfis de sondagem foram selecionados procurando-se obter um espaçamento médio em torno de 5 km, em número suficiente para se obter a cobertura máxima da área em estudo. Nos locais onde constatou-se variações acentuada de espessura e/ou de fácies, promoveu-se o adensamento das informações, visando uma melhor compressão do caráter anômalo verificado.

Nesta etapa foram analisados 54 perfis de sondagem e estudados rapidamente cerca de outros 200 (duzentos) perfis, para a obtenção de informações específicas.

4.2. Digitalização de Dados Litológicos

Nesta operação foram determinados as proporções dos diferentes tipos de litologia em seções de 5 em 5 metros, - com discriminação de siltitos e folhelhos por cores redutoras e oxidantes, da seleção de arenitos e clásticos maiores e de outros elementos julgados importantes aos trabalhos de avaliação.

Para a plotação dos dados compilados, confeccionou-se uma tabela de digitalização, de forma que de cada perfil se obtivesse informações quantitativas sobre os atributos geológicos da área. Desta maneira, pode-se homogeneizar ao máximo as informações constantes nos perfis, que muitas vezes se apresentavam incompletas e personalizadas.

Os dados relativos aos perfis analisados são apresentados na forma de tabelas que se encontram em anexo.

4.3. Análises de Fácies

Uma série de fácies genéticas ou de associações litológicas específicas de determinados ambientes deposicionais, foram levantadas, de acordo com as características da região, especialmente após trabalhos de campo e observações de testemu-

nhos de sondagem.

Para estas fácies genéticas foi estudado sua resposta em perfis elétricos (SP e R) e, comparados a formatos de curvas estabelecidas em trabalhos similares (Fisher and Brown, 1970, Fisher, 1975, Fisher, 1972; Horschutz et alli 1973 e Saita-Bertoni e Fisher, 1968; e Schlumberger, 1976), que utilizaram principalmente perfis do tipo elétrico (SP e R).

Entretanto, como estes se apresentavam de má qualidade, em razão de equipamentos, firmas operadoras e especialmente devido à infiltração de águas meteóricas (doce) nos arenitos situados nas proximidades da faixa de afloramentos, procurou-se analisar os formatos dos perfis de raios gama, embora houvesse o inconveniente de enriquecimentos epigenético em minerais radioativos tanto nos arenitos como pelitos, fato esse característico da região.

Por outro lado, os estudos realizados mostraram também a utilidade dos perfis gama na interpretação de fácies genéticas, em parte similares aos de potencial espontâneo, conforme verificado por Selley (1980). As relações de contacto e de transição entre formatos ou padrões permitiram interpretar com razoável segurança as associações litológicas observadas.

Estes formatos não são descritos aqui, entretanto, a título de exemplo, é apresentado a interpretação efetuada no poço V-27 (Fig. 3).

As relações laterais foram interpretadas a partir das relações verticais, considerando-se a lei de fácies de Walter, e desta forma transportadas para as seções estratigráficas.

4.4. Correlações de Perfis

Como consequência da grande variabilidade na qualidade dos perfis, aliada à intensa variação lateral de fácies e espessura, os trabalhos de correlação tornaram-se extremamente difíceis. Na parte superior do Membro Paraguaçu a correlação apresenta-se boa, enquanto que na porção inferior já se torna pouco segura. É entretanto, no Membro Triunfo, que ocorreu as maiores dificuldades em função da intensa variação de fácies e espessura, provavelmente relacionada a um paleo-relevo do tipo erosivo ou deposicional ou tectônico. A identificação da base do Membro Triunfo exige definição ainda arbitrária, como o topo

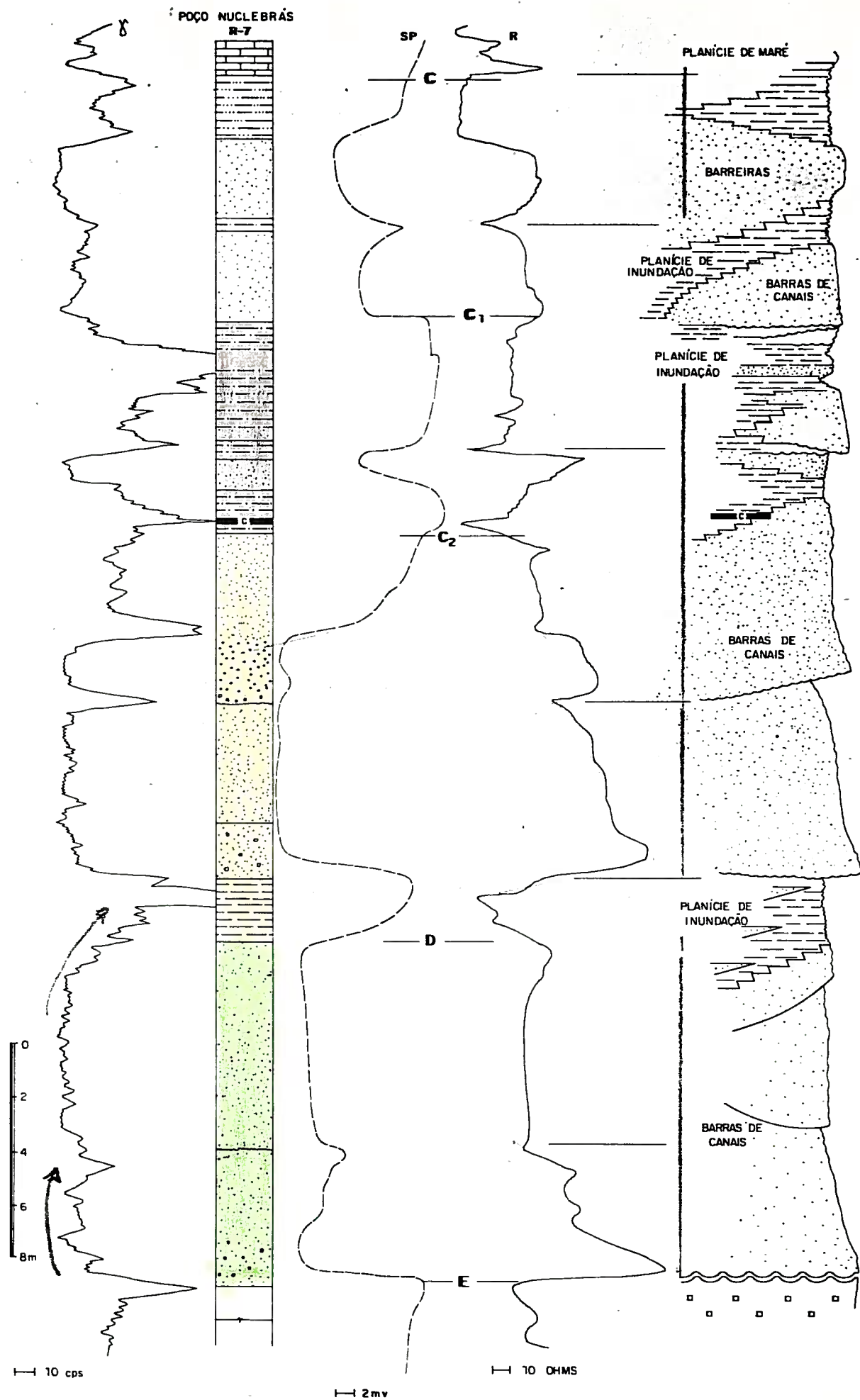


FIG. 3 - EXEMPLO DE INTERPRETAÇÃO DE FAÇES USANDO O FORMATO DAS CURVAS DOS PERFIS ASSOCIADO À DESCRIÇÃO LITOLÓGICA RESUMIDA E ASSOCIAÇÃO VERTICAL, LEVANDO EM CONSIDERAÇÃO QUE HÁ A MESMA ASSOCIAÇÃO NA LATERAL. AS LETRAS INDICAM HORIZONTES COM CORRELAÇÃO NA MAIORIA DOS POÇOS.

de diamictitos espessos, mas que aparentemente podem ser eficientes ou ter consequências altamente negativas no programa exploratório.

Por estas razões iniciou-se a correlação de cima para baixo, determinou-se um datum confiável denominado A, aproximadamente isócrono, acima do qual há boa correlação. Abaixo, pesquisou-se outros horizontes, sendo significativos os horizontes C, C₁, C₂ D e E. O uso de padrões de crescimento ou variabilidade dos parâmetros físicos medidos pelos perfis foi a única forma de correlação abaixo do horizonte A.

4.5. Mapas de Atributos Faciológicos e Espessura

Os mapas faciológicos objetivaram a compreensão das relações entre os carvões e o predomínio de determinados processos deposicionais. Desta forma, a distribuição dos clásticos grosseiros (conglomerados), médios (arenitos) e finos, independente da espessura do pacote, forneceria a posição dos sistemas de afluxo e sua forma.

No anexo 1, para o Membro Triunfo, mapeou-se dois índices de clasticidade: - razão entre sedimentos conglomeráticos e total de terrígenos excluídos os pelitos; de dispersão das areias - razão entre as areias finas a muito finas e médias a conglomeráticas. Localizou-se também as ocorrências de carvão com espessura superior a 0,5m.

Para o intervalo CD, portador das camadas de carvão, mapeou-se uma série de atributos:

Tipos de formatos de perfis predominantes: foram utilizados os três tipos principais de formatos para arenitos, definidos na Fig. 3 e suas variações. Para cada perfil foi avaliada a espessura acumulada normalizada com a espessura total de cada forma e plotado o valor num diagrama triangular dividido em nove áreas. Por simplicidade, mapeou-se apenas três áreas, correspondentes ao predomínio de cada um dos três formatos principais.

Na confecção do mapa de fácies com tipos de formatos de perfis e distribuição das areias no intervalo CD (Membro Triunfo, exclusive a parte inferior) utilizou-se o mesmo procedimento descrito no item anterior.

Os mapas elaborados são:

Intervalo CE - corresponde aproximadamente ao Membro Triunfo

Mapa de dispersão dos clásticos - Anexo II

Mapa de isópacas - Anexo III

Mapa de razão areia folhelho - Anexo IV

Intervalo CD - correspondente aproximadamente a parte superior do Membro Triunfo.

Mapa de multi-atributos - Anexo V

Mapa de isópacas - Anexo VI

Intervalo AC - parte inferior do Membro Paraguaçu

Mapa de isópacas - Anexo VII

Mapa de isólita de areias - Anexo VIII

Sub-intervalo CC₂ - principal portador de carvão

Mapa paleogeográfico - Anexo IX

4.6. SEÇÕES ESTRATIGRÁFICAS

As seções estratigráficas complementam os mapas faciológicos, facilitando a análise tri-dimensional do registro geológico. Um número maior de seções poderia ser executado, porém considera-se que as seções feitas mostram o necessário para a compreensão dos processos geológicos desenvolvidos na área. Dois tipos de seções foram executadas: na direção e no mergulho deposicional.

As seções foram compostas usando um princípio fundamental na análise faciológica, a lei de fácies de Walter: as relações encontradas na vertical, nos perfis de poços, foram extrapolados na lateral. As superfícies erosivas foram assinaladas; as transições obedeceram o paralelismo dos traços com linhas de tempo definidas. Os principais tipos litológicos foram discriminados.

As seções elaboradas são:

Seções estratigráficas direcionais A-A' e B-B'
Anexos X e XI

Seções estratigráficas de mergulho C-C', D-D' e E-E' - Anexos XII, XIII e XIV.

5. RESULTADOS OBTIDOS: Análise da Formação Rio Bonito

Os resultados alcançados no decorrer da análise e interpretação dos dados são apresentados sob a forma de mapas e seções, procurando-se dar forma auto-explicativa a estes documentos. É reconhecido que diante da variabilidade de espessura e de fácies na área é de se esperar a existência de dois principais tipos de erros: metodológicos e de extrapolação. A redução dos erros metodológicos foi conseguida pela convergência de evidências obtidas através de mais de um método de análise e interpretação. De qualquer maneira a interpretação de ambiente sempre está sujeita à experiência pessoal, não existindo a última palavra em identificação de paleoambientes, como já afirmou Selly (1976). Critérios básicos de identificação de fácies genéticas são descritos em várias publicações; a analogia com ambientes recentes é o principal caminho para interpretação; porém, a comparação com o registro de ambientes antigos já bem definidos é de grande utilidade (Dapples e Hopbins, 1969). Alguns perfis litológicos verticais são típicos de certos ambientes. (Fisher, 1965). Também o formato dos perfis geofísicos tem grande utilidade na interpretação e detecção de camadas carboníferas, inclusive a caracterização de qualidade do carvão.

A extrapolação das informações também apresenta grandes dificuldades na área. Uma forma de se assegurar um erro razoável, é efetuar a extrapolação deixando poços intermediários e posteriormente checar o resultado. Aproveitando a grande densidade de poços em alguns locais, o cheque foi feito e considera-se que o erro existente na extrapolação de informações é plenamente aceitável.

Em razão da grande diversidade das condições geológicas na área, mostrada pela variabilidade das fácies, uma série de mapas, analisando a distribuição de diferentes atributos, foi executada.

A composição e correlação de perfis permitiu a divisão em intervalos entre horizontes correlatos (Fig. 3). O intervalo inferior, DE, corresponde a parte conglomerática inicial da unidade; a parte superior CD, apresenta maior conteúdo pelítico e é a portadora de carvão, dentro deste intervalo, foi separado o sub-intervalo C-C₂, responsável pela ocorrência da

maior parte dos carvões. Outro intervalo, AC, estéril para carvão e dentro do Membro Paraguaçu foi analisado. Para estes intervalos foram feitos mapas, com objetivos definidos.

Com estes mapas, procurou-se esclarecer numa série de problemas interpretativos, especialmente três problemas: 1º) houve controle de paleo-relevo na formação dos carvões? 2º) qual a distribuição das condições ambientais favorável à acumulação? 3º) houve controle da tectônica na espessura dos carvões?

Outro objetivo que se buscou atingir com os mapas, foi o detalhamento das condições deposicionais visando a extrapolação para outras áreas no Paraná e proporcionar uma contribuição à pesquisa de jazimentos metálicos sedimentares na área.

5.1. Intervalo DE

a) Litofácies

É constituída predominantemente por arenitos médios a grosseiros com intercalações de conglomerados. Os seixos são formados predominantemente por rochas sedimentares, em especial retrabalhadas da unidade sub-jacente. Intercalam-se corpos pelíticos de cor cinza, com intensa variação lateral para arenitos. Estruturas sedimentares não são muito frequentes. Estratificação cruzada incipiente, gradação normal e inversa, seixos imbricados são comuns nos clásticos grosseiros indicando deposição em canais com alta energia e carga. A sul predominam corpos de arenitos finos e siltitos arenosos, especialmente na área de Harmonia, com bancos intercalados, implicando na deposição em canais meandrantès e planícies de inundação.

b) Distribuição e Espessura

O intervalo apresenta distribuição irregular, em corpos alongados na direção oeste. (Anexo III). A espessura é irregular variando desde zero até 30m.

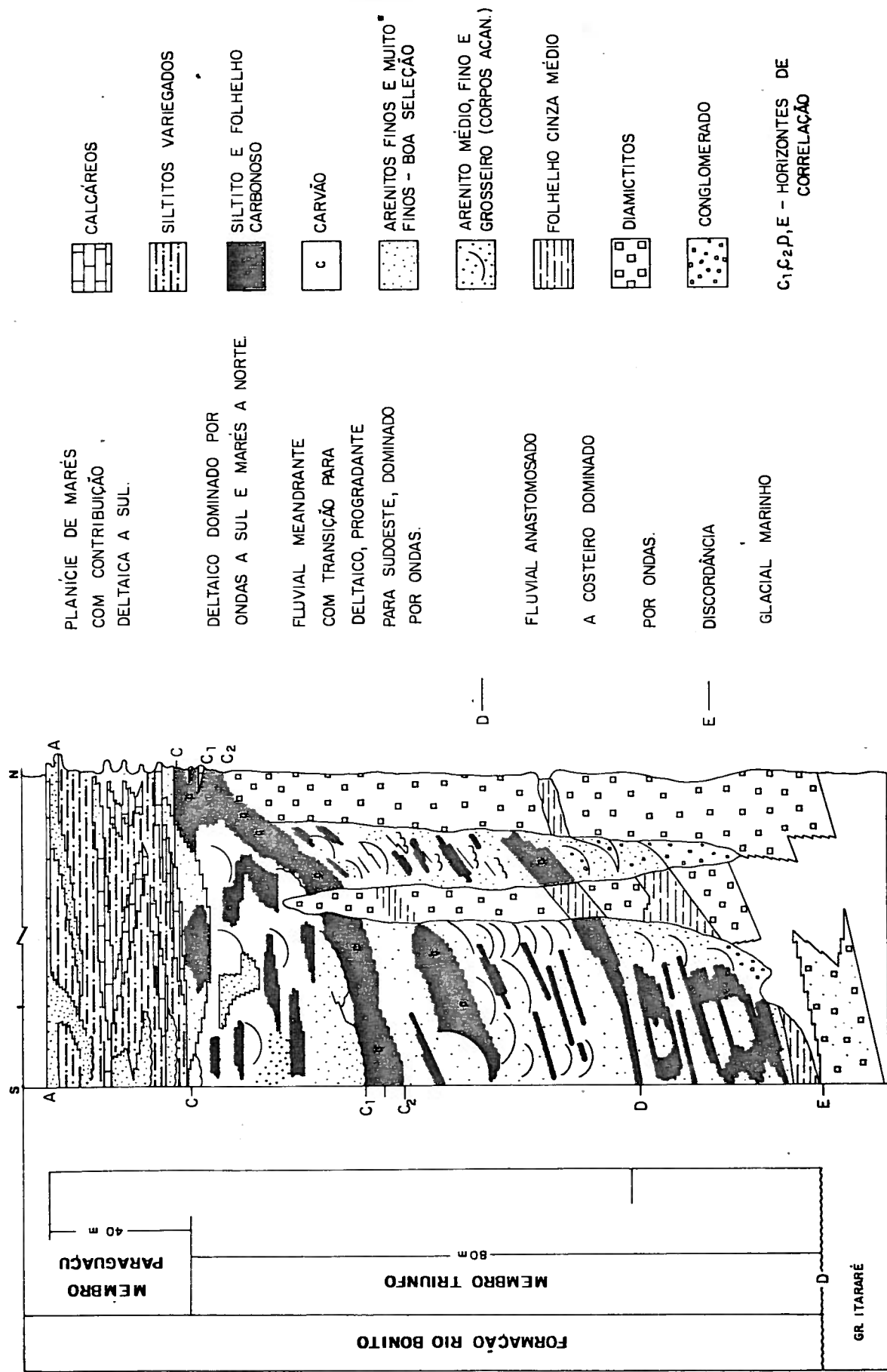


FIG. — SEÇÃO DIAGRAMÁTICA COM AS RELAÇÕES ENTRE AS UNIDADES ESTRATIGRÁFICAS, PRINCIPAIS LITOLÓGICAS E HORIZONTES DE CORRELAÇÃO.

c) Relações de contato

O contato basal, horizonte E, é caracterizado pela justaposição de diferentes litologias. A distribuição lateral dos corpos indica que este contato corresponde a uma superfície irregular, com forma erosional por ação de rios (Anexo III).

É notável o relevo existente contemporaneamente à sedimentação. A origem deste relevo pode ser atribuída a três fenômenos: erosão, tectônica e deposição. No primeiro caso considera-se a atuação de correntes fluviais sobre um substrato constituído por sedimentos pro-glaciais inconsolidados; como tais sedimentos parecem ser glaciais marinhos, este episódio erosivo corresponde a um recuo da linha de costa paralelamente a um recuo da glaciação. A hipótese de falhamentos contemporâneos com a sedimentação é apoiada pela assimetria do paleo-relevo, pelo forte espessamento do intervalo DE na área de Figueira (furo R-7 tem maior espessura que a jusante do paleo-canal) e pela orientação sistemática do relevo na direção este-oeste; são argumentos favoráveis a falhamentos contemporâneos com a sedimentação, formadores do relevo.

Como terceira hipótese para a origem do relevo, permanece a possibilidade de um relevo deposicional, ou seja, uma topografia deixada pelo recuo das gelerias, no final de sedimentação do Grupo Itararé. Esta hipótese parece pouco provável, tendo em vista a magnitude do relevo, gradientes de até 1° , e o caráter sub-aquoso dos depósitos pró-glaciais.

d) Origem e Idade

Estas fácies foram depositadas em uma paisagem predominantemente erosiva, com relevo irregular, confinada em paleovales. Havia inter-relação entre depósitos de pequenos leques tipo piemonte, para planície de rios anastomosados e transição para planícies de rios meandrantess; em certos locais, como no paleo vale de Sapopema-Sul, este intervalo apresenta características um pouco diferentes; é notável o afinamento da granulometria de leste para oeste, chegando a dominar arenitos finos e muito finos, bem selecionados, indicando retrabalhamento por on

das, na área de Harmonia. Aparentemente trata-se de uma área de interfase entre sedimentos costeiros e fluviais. Aqueles resultantes da ação de ondas sobre sedimentos trazidos por canais - anastomosados provavelmente em uma província tipo leque deltáico.

Quanto à idade, considera-se equivalente à parte média do Membro Triunfo em Santa Catarina.

e) Potencial para carvão

Neste intervalo, o potencial para carvão é muito pequeno. O elevado afluxo de terrígenos, a alta energia das correntes e grande mobilidade dos leitos fluviais impediram o desenvolvimento de vegetação com longa permanência de forma a produzir turfeiras expressivas. Mesmo na zona costeira, não houve condições favoráveis ao desenvolvimento e preservação de turfeiras. Acima deste primeiro intervalo ocorre um pacote pelítico com níveis de carvão, correspondendo a um primeiro afogamento - do paleo vale.

5.2. Intervalo CD

a) Litofácies

Neste intervalo foram discriminados 3 sub intervalos, nos quais ocorrem distintas fácies litológicas. Entre os horizontes C_1 e C_2 , define-se o pacote intermediário, de domínio pelítico e abundantes ocorrências de carvão. O horizonte C_1 superior, é formado pela coalescência das superfícies erosivas de canais, tanto a norte como a sul do alto Sapopema Sul. O horizonte C_2 , superior é uma zona de transição de arenitos para folhelhos, de identificação difícil.

No sub-intervalo inferior, C_2 D ocorrem duas fácies: a de arenitos médios-finos e a de siltitos cinza escuro. A fácies de arenitos médios-finos apresenta corpos com arenitos grosseiros a conglomeráticos na base, gradando para o topo até siltitos; apresentam contatos basais abruptos e superior transicional, para arenitos muito finos e siltitos. A distribuição horizontal é restrita, aparecendo sob a forma de lentes, ou se-

ções direcionais, com estratificação cruzada. A fácies de siltitos cinza-escuros apresenta laminação paralela, intercalações - de arenitos finos, folhelhos e raramente calcáreo e delgadas camadas de carvão.

No sub-intervalo médio, C_1 C_2 , ocorrem duas fácies: uma fácies pelito-carbonoso e uma fácies pelito-carbonático. A fácies pelito-carbonosa, constitui-se de siltitos e folhelhos de cor cinza escura e preta, folhelho carbonoso com abundante pirita, intercalando delgadas camadas de arenito de granulação fina e restos carbonosos. Corpos arenosos e acanalados e camadas de carvão são comuns nesta zona. Esta fácies tem contato basal transicional, às vezes abrupto. Nos perfis de raios gama e de resistividade, mostra aspecto de garganta com picos isolados. No topo tem contato abrupto, frequentemente erosivo. São interpretados como depósitos de inundação, na planície deltáica.

A fácies pelito-carbonato constitui-se de siltitos de cor cinza escura, intercalando finas camadas de calcário. Tem contato transicional no topo para siltitos e calcários de cores variegadas. É uma fácies mal definida, ocorrendo no extremo norte da área. Intercala-se corpos mais ou menos espessos de arenitos muito finos. Interdigita-se para sul com as fácies de siltitos carbonosos e de arenitos finos. Observações em testemunhos mostram possuir frequentemente estruturas tipo "flaser" e corpos arenosos com sequência de canais com abundantes restos - carbonosos. Interpreta-se essa fácies como de mangues e lagunas junto à costa sobre a planície deltáica, protegidos por barreiras arenosas e associadas a processos de supra-maré. Canais distributários pequenos e canais de drenagem do mangue, às vezes afogados produziram corpos arenosos e carbonosos, irregulares.

No sub-intervalo C C_1 ocorre a fácies de arenitos finos. Os arenitos são bem selecionados com gradação lateral basal e no topo para silito. Marcas de onda e estratificação cruzada são frequentemente descritos. Nos perfis apresenta formato em V, serrilhado na parte basal, indicando gronocrescência. Ocorrem intercalações de siltitos carbonosos e lâminas de carvão. Esta fácies é interpretada como depósitos de barreiras, praias e lagunas.

b) Ocorrência e espessura

O intervalo CD ocorre com maior espessura e caracter mais arenoso a sul do Alto de Sapopema-Sul. Apresenta no geral, diminuição na granulometria de leste para oeste (Anexo V) indicando o sentido de transporte. Ocorre em toda a área, excetuando o extremo nordeste do mapa. As fácies de arenitos-médios finos e de siltito cinza-escuros é a predominante na área, cedendo espaço para a de arenitos finos-muito finos para oeste. Para nordeste e norte dominam as fácies de siltitos cinza-escuros na parte basal, de pelitos carbonosos na parte média e de pelitos carbonáticos no extremo norte, sobre o alto de Sapopema Norte.

A espessura do intervalo CD varia desde zero até 60m, sendo os máximos nos paleovales e os mínimos no paleo-espição de Sapopema Sul e no alto em forma de terraço de Sapopema Norte. No geral, aumenta para oeste.

c) Relações de contato

A litofácies de siltito cinza basal no intervalo - CD apresenta contato gradacional com o intervalo DE. Com o Grupo Itararé está em contato discordante com depósitos grosseiros nos flancos dos altos e finos nos terraços. Com o intervalo AC está em contato transicional, parcialmente interdigitado. É notável que o horizonte C represente bruscas mudanças nas condições ambientais, tanto fisiográfica, como de suprimento e climática. Representa também o final do assoreamento do relevo na área, com regularização da superfície deposicional. A mudança brusca na cor dos sedimentos, para castanho e marrom e uma sequência de intercalações carbonáticas é facilmente identificável.

d) Origem e idade

O mapa de índices de clasticidade do intervalo CE, (Anexo IV) indica um fluxo geral do transporte de este para oeste. As seções (Anexo X e XI) e os diagramas de fácies (Figura 5 e 6) mostram uma evolução de um sistema fluvial mean-

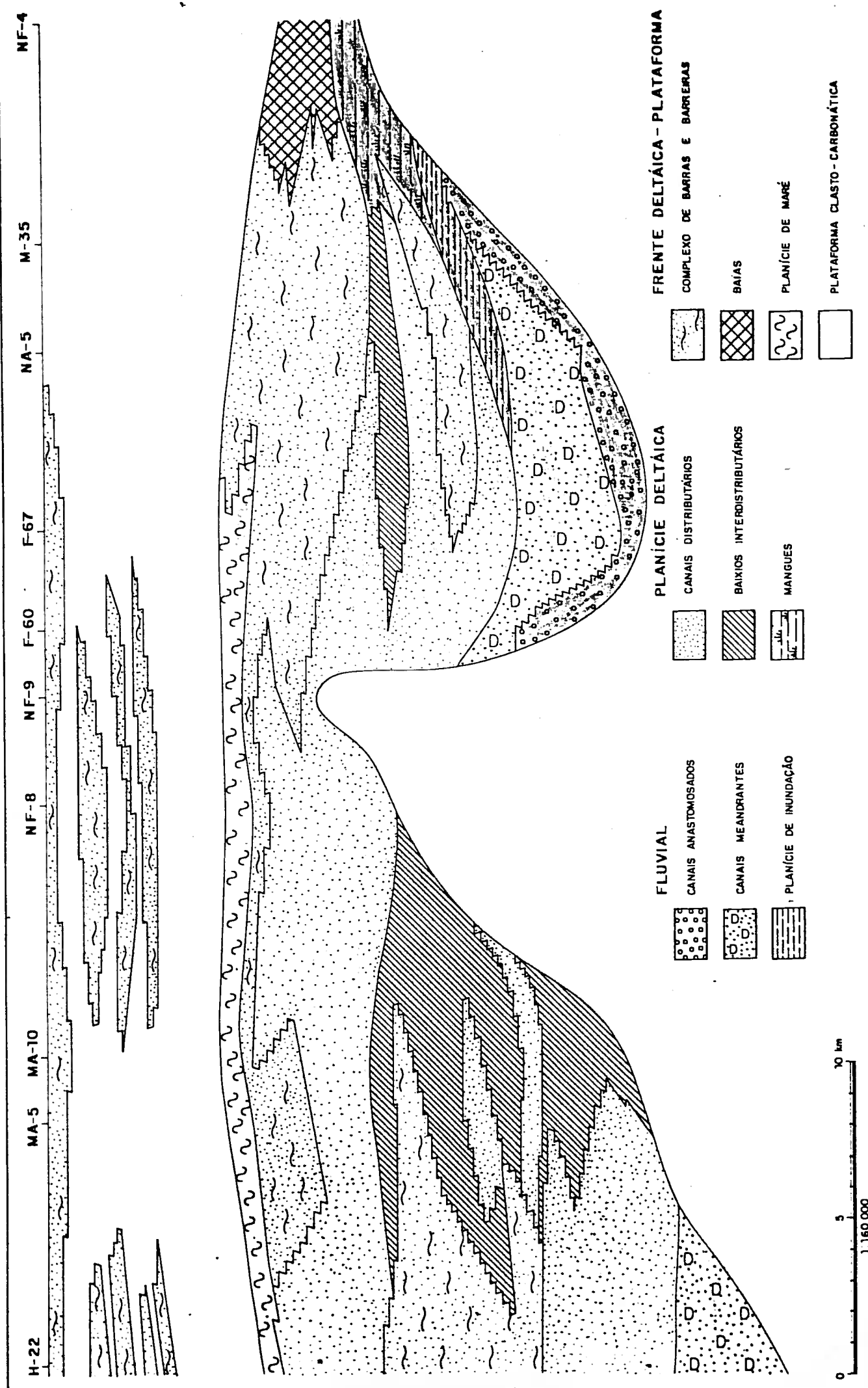


DIAGRAMA DE FÁCIES MOSTRANDO OS VÁRIOS AMBIENTES DEPOSICIONAIS E SEU INTER-RELACIONAMENTO

drante, no sub intervalo C_2D para deltáico no sub intervalo C_2 , na parte norte da área. Na área de Harmonia todo o intervalo apresenta interdigitações entre fácies interpretadas como litorâneas (arenitos finos bem selecionados) e de planície deltáica (fácies de arenitos médios-finos). O mapa de razões (Anexo IV) e o mapa de fácies (Anexo V) dão uma boa idéia do domínio das fácies e do controle exercido pelo paleo relevo. Durante o desenvolvimento do sistema deltáico, os canais confinados a norte desembocavam em mangues lodosos, com pouca ação de ondas, enquanto a sul os canais tinham sua foz em ambiente de ação de ondas. A sequência do intervalo, no geral é transgressiva, sendo o sistema deltáico retrogradacional, com prodelta na parte superior desenvolvido, mas sob a forma de plataforma pelito-carbonática, acima do intervalo AC. A redução da atividade dos distributários na parte norte (paleo-vale de Sapopema) a partir do horizonte C_2 , foi compensada por um avanço dos distributários da parte sul, sobre a frente deltáica. Nesta época, houve afogamento de canais da planície deltáica e baixios interdistributários com formação de turfeiras mais extensas. Os mapas de isôpacas dos carvões de Figueira (Aborraga e Jorge, 1979) mostram os espessamentos abruptos dos carvões em formas de canais. O mapa paleogeográfico (Anexo IX) elaborado para a época do início da formação dos carvões do intervalo C_1C_2 mostra a distribuição dos ambientes: planície deltáica em desativação e afogamento, com turfeiras em baixios interdistributários em canais abandonados e afogados (Figueira) e em baixios afogados sob a forma de lagunas ou baías (Carvão de Sapopema). Canais distributários ainda ativos, por um lado, e a transgressão das areias litorâneas, por outro, inibiram o desenvolvimento das turfeiras. Sobre baixios interdistributários, os ambientes distinguiam-se entre os drenados e os não drenados; nestes, sob a forma de lagoas florestadas desenvolveram-se as turfeiras mais proeminentes e, nas primeiras turfeiras transformadas em delgadas intercalações carbonosas.

Um ponto importante a considerar é a influência do paleo-relevo na formação dos ambientes. Alta energia nos paleo-vales: desenvolvimento de canais com alta carga sucedidas por golfos abertos, com atuação de ondas; baixa energia nos

paleo-altos com sedimentação em pântanos e mangues. O paleo-alto de Sapopema ofereceu maior proteção contra a ação das ondas produzidas no principal corpo d'água a sul. Corpos arenosos e bancos algálicos constituíram barreiras costeiras, permitindo o desenvolvimento de mangues extensivos sobre a planície deltáica inferior. A curta permanência destas condições favoráveis ao desenvolvimento das turfeiras, deveu-se ao brusco corte no aporte de areia pelo sistema fluvial, e conseqüentemente avanço rápido do sistema de planície de maré e de plataforma carbonática, em condições climáticas provavelmente áridas e em meio oxidante.

Este intervalo correlaciona-se com a parte basal da Formação Tatui em São Paulo e com a parte superior do Membro Triunfo no sul do Paraná e Santa Catarina.

e) Potencial para carvão

O intervalo CD é o que apresenta melhor potencial para carvão, especialmente no sub-intervalo C_1 C_2 . As turfeiras se desenvolveram nas zonas continentais mais afastadas do continente onde o aporte terrígeno era pequeno e em uma fase de reduzido afluxo, provavelmente já relacionado ao recobrimento do relevo. Os carvões são extensivos neste intervalo, no geral espessando-se para o limite da planície deltáica. Os principais jazimentos de carvão situam-se nestes intervalos: Sapopema, Cambuí e Salto Aparado. Considera-se ainda um bom potencial, não avaliado, na área de Sapopema, em condições similares ao das jazidas de noroeste de Figueira. Os ambientes são propícios: mangues e baixios inundados, protegidos da ação de ondas. As extremidades desta área de interesse foram investigadas pelos poços NF-5 e SJ-1-PR. Apesar do bom potencial deve-se considerar a espessura da cobertura, numa faixa entre 300 a 700m, o que pode constituir uma importante limitação para a prospectividade da área.

5.3. Intervalo AC

a) Litofácies

Este intervalo é constituído pela associação de

duas fácies distintas: a de siltitos de cores variadas, incluindo marrom e arroxeados, com intercalações de calcáreo e a de arenitos muito finos a finos, bem selecionados.

A fácies de siltitos predomina em todo o intervalo e apresenta constantes intercalações de marga, de delgados leitos de argilitos e folhelhos cinza e de passagens descontínuas de arenitos muito finos cinza esbranquiçados. Como estruturas sedimentares exibem as do tipo marcas onduladas, "flaser", lenticular, além de bioturbação. Os perfis γ e R caracterizam-se pela forma de garganta serrilhada ou com a presença de picos.

Corpos pouco espessos e localizados, constituídos na base de arenitos médios a finos, as vezes com galhas de argila, gradando a siltitos no topo, ocorrem na porção inferior e média do intervalo. Apresentam contato basal abrupto e topo transicional. Os perfis γ e R tem o formato de árvore de natal serrilhada no topo.

As intercalações de calcáreos ocorrem sob a forma de leitos de pequena espessura com grande continuidade lateral, ocasionalmente possuem espessuras maiores e extensão horizontal restrita.

A fácies de arenitos constitui-se de corpos lenticulares de arenitos muito finos a finos, maduros, bem selecionados e continuidade lateral considerável. Com a fácies de siltitos possui contato transicional por interdigitamento. Bioturbações, finos leitos de calcários e passagens de calcário-arenitos intercalam-se nesta fácies. Os perfis γ e R possuem padrões variáveis, no geral em forma de caixa ou de árvore de natal invertida, as vezes serrilhada. Apresentam na base e no topo contato gradacional.

Estas fácies são interpretadas como depósitos de plataforma carbonática associados a planície de marés com siltitos predominantemente de supra-marés e arenitos de correntes de inter-marés e de barras e barreiras litorâneas.

b) Distribuição e espessura

O intervalo AC ocorre em toda a área, recobrendo totalmente o Membro Triunfo, apresenta distribuição regular c

sua maior espessura é verificada ao longo da porção leste e entre os paleo altos denominados Sapopema Sul e Sapopema Norte (Anexo VII). A fácies de siltitos é predominante no intervalo, principalmente a oeste pelo acunhamento dos depósitos interpretados como barras e barreiras litorâneas.

A fácies de arenitos ocorre com maior frequência na área de Harmonia. A norte posiciona-se no topo e na porção basal da sequência, interdigitando-se com o Membro Triunfo. Os calcários são frequentes no extremo norte e lateralmente as áreas de domínio da fácies de arenitos.

A espessura do intervalo varia de 26 a 48 metros, mostrando de modo geral aumento de espessura no sentido leste.

c) Relações de contatos

As litofácies do intervalo AC, acham-se em contato discordante com o Grupo Itararé na área denominada Alto de Sapopema Norte. A fácies de arenitos apresenta contato gradacional com o intervalo CD, em parte por interdigitamento e em parte por variação lateral.

A fácies de siltito mostram contato gradacional.

d) Origem e Idade

O intervalo AC tem sua origem ligada a transgressão do Membro Paraguaçu. O mapa de isólitos de arenitos (Anexo VIII) mostra deposição paralela à paleo-linha de costa. Na área de Harmonia o domínio da fácies interpretados como barras e barreiras são indicativos de maior energia do meio deposicional, com retrabalhamento dos depósitos da planície deltaica pela ação de ondas; na parte norte a configuração paleotopográfica propiciou maior proteção com consequente desenvolvimento de siltitos e bancos algálicos da fácies de planície de marés.

e) Potencial para carvão

Neste intervalo as características do meio deposicional não proporcionaram a formação de carvões. A espessura da

lâmina d'água, o avanço rápido do sistema de planície de marés e de plataforma carbonática, e em alguns locais a transgressão das areias litorâneas, sob condições climáticas provavelmente áridas e em meio oxidante, inibiram a geração e preservação de matéria orgânica.

5.4. Evolução Paleogeográfica

A deposição da Formação Rio Bonito na área foi precedida pela presença de uma topografia acentuada, desenvolvida sobre sedimentos glaciomarinheiros do Grupo Itararé. O relevo apresentava um espigão central dirigido para oeste e um alto em forma de terraço à norte (Anexos X e XI).

Os paleo-vales esculpidos nesta topografia, abriam-se para oeste, provavelmente na direção de um corpo aquoso onde se depositavam sedimentos costeiros e de plataforma da parte superior do Grupo Itararé.

Em resposta ao condicionamento morfológico o início da sedimentação Triunfo na área caracterizou-se pelo desenvolvimento de um sistema de rios anastomosados com alta energia e carga, confinado às condições paleotopográficas, com os canais principais ocupando as zonas axiais dos paleo-vales. Nas áreas com gradiente deposicional elevado, desenvolveram-se pequenos leques de piemonte, com fluxos de detritos e enxurradas episódicas (Anexo V).

Na planície fluvial, ao longo dos eixos de maior energia, depositavam-se clásticos; sedimentos mais finos restringiram-se a locais protegidos, notadamente em áreas interlobulos. Nos baixios da planície aluvial e globos abandonados processava deposição de pelitos. A formação de pequenas áreas inundadas permitia o desenvolvimento de vegetação, ocasionalmente com formação de carvões. A ausência de camadas de carvão e a presença de fragmentos carbonosos e seixos de pelitos e arenitos nos sedimentos desta fase, parecem ser indicativos de erosão e redeposição pela ação dos canais altamente migrantes.

A depressão de Harmonia, a sul, em posição topográfica inferior, configurava uma feição fisiográfica na forma de golfo, em comunicação direta com o corpo aquoso adjacente (Anexo II), resultando numa área de interação entre o ambiente costeiro e o fluvial. Em função de tal contexto os canais fluviais

do sistema anastomosado por terem sua foz diretamente no ambiente costeiro, sofriam constantes retrabalhamentos, tipificando, - provavelmente, uma província tipo leque deltáico. Por outro lado o predomínio e recobrimento dos depósitos litorâneos sobre os de origem continental parecem indicar maior energia do ambiente marinho e como consequência, propiciando o desenvolvimento de sequências transgressivas.

Como etapa subsequente a essa fase, na área de Sapopema, os produtos de erosão transportados pelo sistema fluvial, provocaram o entulhamento parcial de depressões do terreno, através de um contínuo preenchimento do paleo-vale, elevando o nível de base local. Como consequência, a energia do sistema fluvial diminuía progressivamente e em detrimento da deposição de clásticos grosseiros, havia sedimentação e preservação dos sedimentos mais finos. Nas áreas em equilíbrio havia transição para sistemas de canais meandrantos, com formação de níveis de carvão, folhelhos carbonosos e pelitos, nas depressões das barras em pontal, canais abandonados e várzeas da planície aluvial.

No sentido das áreas mais distais (Anexo IX) havia transição para planície deltáica, entrecortada por canais distributários, em ambientes de planície de marés, face a proteção do paleo-relevo. Ao atingir-se um certo nível de base imperaram condições favoráveis a instalação de mangues costeiros. A persistência destas condições favoráveis propiciou a formação de extensas turfeiras, originando as atuais camadas de carvão da região de Figueira e Sapopema.

Na região de Harmonia, desprotegida do paleo-relevo os depósitos dessa fase sofriam constantes retrabalhamentos pela ação de ondas com formação de barras e barreiras e níveis de carvão, de pouca espessura e continuidade, em áreas lagunares, e em alguns locais à margem de distributários deltáicos.

Ao final do sistema deltáico, houve afogamento de canais e aplainamento do relevo, com rápida transgressão, dando origem aos sedimentos da porção inferior do Membro Paraguaçu.

5.5. Tipologia dos Jazimentos de Carvão na Área

5.5.1. Fatores Gerais que controlaram a ocorrência e quali

lidade do carvão.

Diversas pesquisas tem buscado relações entre propriedades dos jazimentos de carvão e do próprio carvão e os ambientes deposicionais (Weiner, 1977; Beamont, 1979; Willians e Ron, 1979; Hacquebarb e Cols, 1967, entre outros). Algumas interessantes relações servem como guia de prospecção. As melhores condições para formação de jazimento 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 Eh redutor e Ph baixo, necessário à transformação para vitrinita; d) clima favorável (temperado, úmido); e subsidência pouco maior que suprimento; e) persistência destas condições no tempo e no espaço (mod. de Weisser, 1977 e Willians, 1979). Uma consequência destas condições é a favorabilidade de ambientes fluviais associados a lacustrinos em áreas com impedimentos a transgressões marinhas. Os ambientes costeiros com invasão de águas salobras enriquecem os carvões com enxofre. Os ambientes fluvio-lacustrinos produzem carvões com teor enxofre menor que 1 (um).

Planícies deltáicas progradacionais também constituem ambientes favoráveis. 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. Em bacias intracratônicas 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.

Na região em estudo, utilizando os critérios definidos pode-se estabelecer o seguinte quadro relativo à ocorrência de carvão:

1. Alto afluxo

A região evoluiu de um relevo acidentado, retraba-

lhado por rios e por ondas; a alta disponibilidade de material propiciou elevado afluxo, principalmente nas fases iniciais de sedimentação.

2. Sequência transgressiva

O pacote Rio Bonito constituiu sequência transgressiva, de forma que em áreas onde o afluxo foi reduzido a transgressão avançou, inibindo o desenvolvimento das turfeiras.

3. O domínio por ondas e marés e a proteção do paleo-relevo

O sistema deltáico desenvolvido no Membro Triunfo foi retrogradacional, dominado pela ação de ondas a sul e por marés a norte. O alto de Sapopema, intermediário, protegeu a parte norte da planície deltáica, permitindo o desenvolvimento extensivo de turfeiras.

4. Transgressão rápida

O final do sistema deltáico resultou no afogamento dos canais e aplainamento do relevo, com rápida transgressão, permitindo ainda a geração de turfeiras em baixios do paleo-relevo.

5.5.2. Características dos carvões da área

Os jazimentos de carvão da região apresentam algumas características comuns que são descritas abaixo:

1. Espessura pequena, raramente superior a 1m e descontinuidade lateral, podendo-se agrupar em mini-jazidas ($0,5 \times 10^6$ t) pequenas jazidas (5×10^6 t) e jazidas médias (50×10^6 t).

2. Alto teor de enxofre e de cinza

3. Classificação como carvão betuminoso alto volátil, variando de C a A.

4. Carvão autoctone e hipautócone caracterizado pela presença frequente de paleo-solos abaixo da camada de carvão no primeiro caso e domínio de material herbáceo-algálico no segundo.

5. Ocorre em quatro tipos de associação litológicas:

a) arenito-carvão-arenito: neste caso tem seu topo erosivo, ba-

se irregular e grande variabilidade de espessura, tendo sido formado em canais abandonados ou atrás de barreiras (back barrier) e posteriormente erodido por outro canal. b) siltito-carvão-arenito: tem também topo erosivo, base regular gradacional, espessura e continuidade variável, características de planícies de canais altamente migrantes. c) siltito-carvão-siltito: base e topo gradacional, resultado de deposição em planície deltáica ou de mangue, estabilizada em áreas interdistributárias, espessura pouco variável, grande continuidade. d) apresenta características de carvões junto a canais principais (diques marginais) ou na transição laguna-barreira em sequência regressiva. Pelame é do tipo a); Salto Aparado é do tipo d) passando a b); Sapopema é do tipo c); Campina dos Pupos tipo d).

6. CONCLUSÕES

6.1. Sobre a superfície pré-Rio Bonito

O paleo-relevo na época da deposição Rio Bonito foi caracterizada por uma topografia acidentada, desenvolvida - sobre os sedimentos glacio-marinhos do Grupo Itararé. A origem deste relevo, devido a falta de elementos de análise não pode ser suficientemente comprovada. Entretanto a hipótese de falhamentos contemporâneos com a sedimentação, como formadores do paleo-relevo nos parece ser a mais plausível.

Esta hipótese tem como elementos favoráveis a assimetria do paleo-relevo (anexos X e XI), sua orientação sistemática na direção este-oeste e o forte espessamento do intervalo inferior DE (porção basal do Membro Triunfo) na área de Figueira, nas porções mais continentais.

6.2. Sobre as fácies e ambientes deposicionais do Membro Triunfo na área.

Os depósitos da porção inferior do Membro Triunfo, intervalo DE, estão condicionados à paleotopografia do topo do Grupo Itararé e sua origem está ligada à sistemas de rios anastomosados, com alta carga e energia e secundariamente e leques aluviais formados nos locais com gradiente deposicional elevado.

A sul, na área de Harmonia, as características da sedimentação denotam uma área de interface entre sedimentos costeiros e fluviais, resultantes da ação de ondas sobre sedimentos trazidos por canais anastomosados, provavelmente em uma província tipo leque deltáico.

Na área de Sapopema, a parte média e superior, intervalo CD, caracteriza-se pela deposição em sistemas fluviais meandantes/deltáicos. Na área de Harmonia todo o intervalo apresenta interdigitamentos entre fácies interpretadas como litorâneas e de planície deltáica. Tais características genéticas indicam que a sequência é transgressiva, sendo o sistema deltáico retrogradacional.

O intervalo AC tem sua origem ligada a transgressão do Membro Paraguaçu, com domínio na área de Harmonia da fá-

TABELA 1

Tabela de fácies e ambientes dos sistemas deposicionais
- Formação Rio Bonito, parte inferior -

SISTEMA	FÁCIES	PROCESSOS	AMBIENTES
PLATAFORMA	I-Arenitos muito finos	ondas e marés	barras transgressivas
	II-Siltito carbonático variegados	marés, ondas bancos algál.	plataforma pelito-carbonática sob ação de marés
DELTÁICO	III-Arenitos finos	ondas	barras e barreiras transgressivas frente deltáica
	IV-Pelito-carbonática	marés circulação restrita, vegetação herbácea e esteras algálicas	baías, lagunas, baixio da planícies deltáica
	V- Pelito Carbonoso	inundação e queda de plan-tas	baixios interdistributários, planície de inundação
FLUVIAL	VI-Arenito-médio-fino	Correntes em canais e crevasse	planície de meandros distributários em planície deltáica
	VII-Arenito conglomerático	correntes em canais anastomosados	planície de canais anastomosados e leques

cies de barras e barreiras, e a norte, em Sapopema, da fácies de planície de maré.

6.3. Sobre a gênese e características dos carvões da área

Os anexos II, V e IX e as discussões precedente mostram as relações entre os jazimentos conhecidos de carvões e os atributos mapeados.

1º) Percebe-se que diversas ocorrências consideradas pequenas (além de outras menores não assinaladas) ocorrem na província da planície de leque, associados com sedimentos dominados por areias, esta é uma zona desfavorável devido a mecânica de sedimentação: suprimento superior a subsidência, alta mobilidade dos canais, não persistência das condições favoráveis;

2º) Dois a três jazimentos de porte pequeno a médio, Salto Aparado, Bom Retiro, situam-se em província de distributários junto à 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.

3º) A ocorrência de Ribeirão das Antas são áreas lagunais, associadas a bacias carbonáticas algálicas em bacias interlobais.

4º) A jazida de Sapopema flanqueia a província da planície deltáica em áreas interdistributárias, aparentemente num antigo alto recoberto por depósitos de mangue costeiro, e sucessivamente por planície de maré.

5º) As principais ocorrências mostradas na seção - estão nos flancos, às margens, das áreas ou eixos de maior afluxo de areia.

6º) As áreas favoráveis na região para depósitos de carvão é no flanco da planície deltáica, no limite com embaiamentos, flanqueando altos contemporâneos (região de Sapopema norte e sul)

6.4. Sobre o potencial para carvão na área

1 - Com base no modelo de sedimentação delineado para a região

TABELA 2

Classificação e características dos jazimentos de carvão da região

Ocorrência (Cobertura mínima)	Espessura (m) Max.x, med.x	Potencial em milhões de ton.	Sondagens	nº análises	Análises, base seca						Classificação	Ambiente
					Cinza	Umidade	Mat. volátil	C. Fixo	Enxofre	P.C.x10 ³ c/9		
Bom Retiro (Aflor)					26		24	51	3,7	6,1	Bet. A-Vol. A	Canal Aband.
Salto Aparado (Aflor)	" 0,6		270	+200	42	2	20	38	8	3,8	Bet. A-Vol. A-C	Mangue s/plan. deltáica
Ribeirão das Antas (Aflor)	" 0,4	0,5	8			51	a	n	a	1,1	S e S	Laguna
Areia Branca (Aflor)	" 0,45	0,5	3									Laguna
Taquara (Aflor)	0,40	0,5	8									Canais Afogados
Pelame (Aflor)	" 0,45		10	7	33	1,8	13	52	3,5	5,3	Bet. A-Vol. C	Canais afo gados Pla nície delt
Cambui (Aflor)	< 1,4 " 0,80	lavrada	50	4	23,3	2,7	30	43,9	7,4	5,6		Mangues e Canais afo gados. Pla nície delt
Euzébio Oli veira (Aflor)	" 0,3		9	3	44,9	4,1	32,3	19,80	9,0	3,83	Bet. A-Vol. C	Mangue su pra-maré A/paleo-re levo
Carvãozinho (Aflor)	" 0,5	lavrada		-	25,1	6,3	27,8	40,8	8	5,3	Bet. A-Vol. C	Mangues su pra-maré A/paleo-re levo
Figueira (135 m)	< 1,0 x 0,5	30	+500	30	35	3,3	24	38	8	4,5	Bet. A-Vol. C	Mangues e baixios afogados. Plan.delt.
Sapopema-NE (380 m)	" < 1,4 1,2	50	36	=	33		30		8	5,0	Bet. A-vol. A-C	Mangues e baixios afogados Plan,delt.

estudada aliado à extrapolações das informações existentes a cerca da ocorrência de Sapopema estima-se para a área situada a sudoeste desta, face a similaridade ambiental, um potencial para recursos em carvão que pode dobrar o conhecido no Paranã.

2 - Com excessão da região supracitada e de Sapopema, ainda não suficientemente pesquisadas, as perspectivas para a descoberta de novos jazimentos de grande e médio porte são reduzidas na área estudada. Fundamenta-se esta conclusão (1º) na elevada densidade de furos de sondagens existentes, com 1 furo/km² na região de Figueira e Salto Aparado e 1 furo/ 5 km² nas demais áreas; (2º) no caráter desfavorável das fácies a sul do alto de Sapopema-Sul.

3 - A possibilidade de serem descobertas pequenas jazidas é mínima, tendo em vista o grau de conhecimento da faixa aflorante. Apenas algumas ocorrências merecem ser detalhadas.

7. RECOMENDAÇÕES

1. Recomenda-se a avaliação da área situada a oeste de Sapopema, através de uma campanha de sondagem, com a execução de 02 (duas) perfurações cujos dados físicos acham-se abaixo discriminados:

Furo 1

Lageado Liso - Folha de Congoinhas

Localização - 7,5 km a N10W de Sapopema

Coordenadas UTM - 541,3 e 7.363,2

Profundidade esperada - $615 \pm 5\%$

Tipo de perfuração - com destruição até 350m; testemunhagem a partir de 350m.

Perfilagem - Raios gama SP., Resistividade e densidade.

Furo 2

Ribeirão Lambari

Localização - 9 km a N80W de Sapopema

Coordenadas UTM - 534,4 e 7.359,0

Profundidade esperada - $615 \pm 5\%$

Tipo de perfuração com destruição até 350m; testemunhagem a partir de 350m.

2. O jazimento de carvão de Sapopema constitui uma descoberta - de grande importância para o Estado do Paraná, por suas características geológicas e tecnológicas peculiares. Entretanto, como seu potencial não está ainda avaliado recomenda-se a complementação dos trabalhos através da execução de atividades em 03 (três) etapas consecutivas:

a) Análise e avaliação das informações geológicas e tecnológicas disponíveis.

b) Análise de pré-viabilidade usando um modelo conceitual e um comparativo para definição das relações limites de cobertura, espessura e teores de corte e reservas.

c) Em caso de viabilidade, efetuar a pesquisa geológica e de condições de lavra para determinação de reservas dentro das condições limites.

3. Recomenda-se para avaliação em escala de detalhe às áreas de Ribeirão das Antas, Areia Branca e Carvãozinho.

8- BIBLIOGRAFIA

BEAUMONT. E.A. - 1979 - Depositional Environments of Fort Union Sediments (Tertiary Northwest Colorado) and their relations to Coal - AAPG - v. 63 - nº 2. p. 194-212.

BROWN, L.F. e FISHER, W.L. - 1976 - Ancient Fluvial/Delta Systems in the Exploration and Production of Oil, Gas and Other Mineral Resources, Austin, Texas.

COAL EXPLORATION - 1976 - Proceedings of the first International Coal Exploration Symposium London, England - Edited by William L.G. Mier.

COLLINSON, J.D. 1978 - Sedimentary Environments and Facies - Alluvial Sediments - Blackwell Scientific Publications - edited by H.G. Reading - Vol. 1 - p. 15-29.

DAPPER, E.C. HOPKINS, M.E. - 1964 - Environments of coal Deposition - Geological Society of America at the Annual Meeting, Boulder, Colorado. 1969 - Special Paper - nº 114.

ELLIOTT, T. - 1978 - Sedimentary Environments and Facies edited by H.G. Reading - Deltas - Blackwell Scientific Publications - V. 1 - p. 97-142.

FISHER, W.L. e MAGOWEN, J.H. - 1969 - Depositional Systems in Wilcox Group (Eocene) of Texas and their Relations to Occurrence of Oil and gas - v.53 - nº 1, p. 30-54.

HONOFRE, J. e ABOARRAGE, A.M. - 1979 - Projeto Carvão Noroeste de Figueira Convênio DNPM-CPRM.

HOWELL, D.J. e FERM, J.C. - 1980 - Exploration Model for Pennsylvanian Upper Delta Plain Coals, Southwest Virginia - AAPG - V. 64, nº 6 - p. 938-941.

- KRAFT, J.C. e CHACKO, J.J. - 1979 - Lateral and Vertical Facies Relations of Transgressive Barrier - AAPG - V. 63, nº 12 - p. 2145-2164.
- MUHLMANN, H. et alli - 1969 - Revisão Estratigráfica da Bacia do Paranã - Relatório Desul - 444 - Petrobrás.
- REHBEIM, E.A. - 1978 - Depositional Environments and Lignite Resources of the Fort Union Formation, West-Central North Dakota - Montana Geol. Soc. Williston Basin Symposium, p. 295-305.
- REINECK, H.E. e SINGH, I.B. - 1975 - Depositional Sedimentary Environments - Springer - Verlag Berlin Heidelberg New York.
- SAAD, S. - 1975 - Projeto Sapopema - Sondagem e Perfilagem - Relatório Final - NUCLEBRÁS - ERCUR.
- SANDRO, B. e VISHNER, G.S. - 1958 - Subsurface Study of the Southern Portion of the Blue Jacket Delta - Oklahoma City Geological Society, p. 52.68.
- SELLEY, R.C. - 1970 - Ancient Sedimentary Environments and their Subsurface Diagnosis - University of London.
- SELLEY, R.C. - 1976 - Subsurface Environmental Analysis of North Sea Sediments - AAPG - V. 60, nº 2 - p. 184-195.
- THOMAZ, F.A. e MEDEIROS, R.A. - 1972 - Projeto Rio Bonito - Fase II - Relatório nº 413 - Petrobrás - Desul - Ponta Grossa-PR.
- WANLESS, H.E., BAROFFIS, J.R. e TRESPOTT, P.C. - 1969 - Conditions of Deposition of Pennsylvanian coal Beds in Environments of Coal Deposition, G.S.A. - SP. nº 114 - p. 105-142.

WILLIARIS, V.E. e ROSS, C.A. - 1979 - Depositional Setting and Coal Petrology of Tulameen Coal Field - AAPG - V. 63-nº 11, p. 2058-2069.

WRIGHT, L.D. e COLEMAN, J.M. - 1973 - Variation in Morfology of ^{Major} River Deltas as Function of Ocean Wave and River Discharge Regimes - AAPG - V. 57 nº 2 - p.370-398.

PROJETO CARVÃO

PROGRAMA DE INTEGRAÇÃO E AVALIAÇÃO REGIONAL

Furo SJ-10 Correlação L-4 Camada Gula 12,50m Local Figueira

[illegible]

PROJETO CARVÃO

PROGRAMA DE INTEGRAÇÃO E AVALIAÇÃO REGIONAL
Furo BB-25 Correlação N-05 Camada Gula 35,50m Local Figueira

[illegible]

PROGRAMA DE INTEGRAÇÃO E AVALIAÇÃO REGIONAL
Furo Z-31 Correlação BB-25 Camada Gula 92,00m Local Sapopema

PROFUNDIDADE	CONSTITUINTES										PARTE CARBONOSA (%)	SELEÇÃO			CORES DO						
												AREN. (%)	BOA	MODERADA	MÁ	CINZA PRETO	CINZA CLARO CREME	CASTANHO			
	PRINCIPAIS																		MENORES		
	FOLHELHO	0	ARENITO GROSSO	5	CC-CALCAREO	AREN. MUITO GROSSO	6	di - DOLOMITO	AREN. MUITO FINO	2									CONGLOMERADO	7	cv - CARVÃO
145,40	1	1	1	1	1	1	1	5	5	5					X		X				
	1	1	1	5	5	9	9	9	9	9					X		X				
155,40																					
PROFUNDIDADE DOS INTERVALOS						INTERVALO A-C						INTERVALO C-D									
A - 112,0						Espessura total - 33m						Espessura total 5m									
B0- 126						Espessura arenito - 5						Área/Folhelho - 0,5									
C - 145,40												IC ₁ = 0									
C ₁ - 148,4												IC ₂ = 1									
C ₂ - 154,5																					
C ₃ -																					
D -																					
E - 150,50						INTERVALO C-E						INTERVALO C-C ₂									
						Espessura total - 5m						Espessura total - 5m									
						Área/Folhelho - 0,5						Área/folhelho - 0,5									
						IC ₁ = 0						IC ₁ = 0									
						IC ₂ = 1						IC ₂ = 1									

PROJETO CARVÃO

PROGRAMA DE INTEGRAÇÃO E AVALIAÇÃO REGIONAL			
Furo 1-MA-05-PR	Correlação MA-10	Camada Guia	30 m Local Monte Alegre

PROFUNDIDADE	CONSTITUINTES										PARTE CARBONOSA (%)	SELEÇÃO			CORES DOS			
												AREN. (%)	BOA	MODERADA	MÁ	PELITOS		
	PRINCIPAIS															MENORES		
	FOLHELHO		0	ARENITO GROSSO		5	CC-CALCAREO dl - DOLOMITO cv - CARVÃO sx - SILEX											
SILTITO		1	AREN. MUITO GROSSO		6													
AREN. MUITO FINO		2	CONGLOMERADO		7													
ARENITO FINO		3	ARENITO CONGLOM.		8													
ARENITO MÉDIO		4	LAMITO CONGLOM.		9													
76,00	1	1	2	2	3	3	3	3	3	3					X			
	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3								
86,00	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3								
	0	1	1	1	1	1	1	3	3	3	Cv-5%	60%				X		
96,00	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3						X		
	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	Folh.	5%				X		
106,00	0	1	1	1	1	2	2	3	3	3	Cv.	10%				X		
	0	1	1	1	1	3	3	3	3	3		10%				X		
116,00	0	0	1	1	1	3	3	3	3	3		20%				X		
	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2						X		
126,00	2	2	2	9	9	9	9	9	9	9								
132,00																		
PROFUNDIDADE DOS INTERVALOS						INTERVALO A-C						INTERVALO C-D						
A - 49,00						Espessura total - 26,5m						Espessura total - 32,5m						
B - 62,00						Espessura arenito - 3						Área/Folhelho - 1,56						
B ₁ - 73,00												IC ₁ = 0						
C - 75,50												IC ₂ = 0						
C ₁ - 92,00																		
C ₂ - 95,00																		
C ₃ - 99,00																		
D - 108,00						INTERVALO C-E						INTERVALO C-C ₂						
D ₁ - 117,00						Espessura total - 52m						Espessura total - 19,5m						
E - 127,50						Área/Folhelho - 1,55						Área/Folhelho - 2,13						
Cv- 94,5 - 10cm						IC ₁ = 0						IC ₁ = 0						
Cv- 108,00 -20cm						IC ₂ = 0						IC ₂ = 0						

PROGRAMA DE INTEGRAÇÃO E AVALIAÇÃO REGIONAL						
Furo	T-19	Correlação	V-25	Camada	Gula 25,00m	Local Sapopema

[illegible]

Furo	SM-13	Correlação	K-7	Camada Gula	20,00m	Local	Figueira
------	-------	------------	-----	-------------	--------	-------	----------

[illegible]

PROGRAMA DE INTEGRAÇÃO E AVALIAÇÃO REGIONAL
Furo W-17 .. Correlação Z-19 Camada Gula 28,5m Local Figueira

PROFUNDIDADE	CONSTITUINTES										PARTE CARBONOSA (%)	SELEÇÃO AREN. (%)			CORES DO PELITOS												
	PRINCIPAIS											MENORES		BOA	MODERADA	MÁ	CINZA PRETO	CINZA CLARO CREME	CASTANHO								
	FOLHELHO	0	ARENITO GROSSO	5	SILTITO	1	AREN. MUITO GROSSO	6	CC-CALCAREO	dI - DOLOMITO		7	CV - CARVÃO							8	ARENITO FINO	3	ARENITO CONGLOM.	8	LAMITO CONGLOM.	9	SK - SILEX
	ARENITO MÉDIO	4																									
21,00	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																	
	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2																	
31,00	0	2	2	2	2	3	3	3	3	3																	
	Cv	0	1	1	3	3	3	4	4	4							X										
41,00	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4																	
	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4																	
51,00	2	2	3	3	4	4	4	5	5	5																	
	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3																	
61,00	2	2	2	2	2	4	4	5	7	7																	
	4	7	7	7	9	9	9	9	9	9																	
PROFUNDIDADE DOS INTERVALOS						INTERVALO A-C						INTERVALO C-D															
A - erodido						Espessura total - 31,00m (?)						Espessura total - 43,50m															
C - 21,00m						Espessura Arenito - 10m						Areia/Folhelho - 17,6															
C ₁ - 36												IC ₁ = 0,04															
C ₂ - 39												IC ₂ 2 0,03															
D+E - 64,5																											
Cv- 36m (0,50m)																											
						INTERVALO C-E						INTERVALO C-C ₂															
						Espessura total - 43,50m						Espessura total - 18,00m															
						IC ₁ = 0,04						Areia/Folhelho - 6,2															
						IC ₂ = 0,03						IC ₁ = 0															
						Areia/Folhelho - 18						IC ₂ = 0															

PROJETO CARVÃO

PROGRAMA DE INTEGRAÇÃO E AVALIAÇÃO REGIONAL

Furo V-25 . Correlação T-19 Camada Gula 22,00m Local Sapopema

PROFUNDIDADE	CONSTITUINTES										PARTE CARBONOSA (%)	SELEÇÃO			CORES			
												AREN. (%)	BOA	MODERADA	MÁ	PELITOS		
	PRINCIPAIS															MENORES		
	FOLHELHO	0	ARENITO GROSSO	5												CC-CALCAREO	di-DOLOMITO	cv-CARVÃO
	SILTITO	1	AREN. MUITO GROSSO	6														
	AREN. MUITO FINO	2	CONGLOMERADO	7														
	ARENITO FINO	3	ARENITO CONGLOM.	8														
	ARENITO MÉDIO	4	LAMITO CONGLOM.	9														
75,50	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3							X	
	1	1	1	1	1	1	1	1	3	4	Cc						X	
85,50	1	3	3	3	3	3	4	4	4	4						X		
	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2						X		
95,50	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2							X	
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9						X		
105,50																		
PROFUNDIDADE DOS INTERVALOS					INTERVALO A-C							INTERVALO C-D						
A - 042					Espessura total - 33,00m Espessura arenito - 8,2							Espessura total - 23m Área/Folhelho - 1,04 IC ₁ = 0 IC ₂ = 0,17						
B - 059																		
B ₁ - 073																		
C - 075																		
C ₁ - 089,5					Intervalo C-E							Intervalo C-C ₂						
C ₂ - 093,6																		
D - 098																		
E - 104,6																		
					Espessura total - 29,60m Área/Folhelho - 0,87 IC ₁ = 0 IC ₂ = 0,19							Espessura total - 18,6m Área/Folhelho - 0,94 IC ₁ = 0 IC ₂ = 0,29						

Furo SH-1 Correlação F-8 Camada Gula 72,00m Local Figueira

[illegible]

PROGRAMA DE INTEGRAÇÃO E AVALIAÇÃO REGIONAL

Furo NF-09-PR. Correlação NF-08 Camada Gula 311,50m Local Sapopema

[illegible]

CARVÃO

Furo F-67 Correlação F-60 Camada Gula 311,50m Local Sapopema

PROFUNDIDADE	CONSTITUINTES										PARTE CARBONOSA (%)	SELEÇÃO			CORES DOS			
												AREN. (%)	BOA	MODERADA	MÁ	PELITOS		
	PRINCIPAIS															MENORES		
	FOLHELHO		O		ARENITO GROSSO		5		CC-CALCAREO							CINZA PRETO		CINZA CLARO
334,70	CC	1	1	1	2	2	2	2	2	2	10%		X				X	
	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4			X					
344,70	4	4	4	4	5	5	5	5	7	7					X			
	3	3	3	3	3	4	4	5	5	7			X		X			
354,70	F/Cv	1	1	1	1	1	1	1	1	2	Cv	5%					X	
	F/C	1	1	3	3	3	3	4	4	4			X				X	
364,70	F	1	2	3	3	4	4	5	7	7	F						X	
	1	1	1	1	1	1	3	6	6	7			X		X	X		
374,70	F	7	7	7	8	8	8	8	9	9					X	X		
379,70																		
PROFUNDIDADE DOS INTERVALOS						INTERVALO A-C						INTERVALO C-D						
A - 311,5						Espessura total - 35,5m						Espessura total - 31m						
B ₀ - 318						Espessura arenito -1,7						Área/Folhelho - 1,6						
B ₁ -																		
C - 347												IC ₁ = 0,32						
C ₁ - 355												IC ₂ = 0,60						
C ₂ - 361,5																		
C ₃ - 373																		
D - 378						INTERVALO C-E						INTERVALO C-C ₂						
D ₁ - 386												Espessura total - 14,5m						
E - 390						Espessura total - 43m						Área/folhelho -						
Cv- 356 (0,18)						Área/folhelho - 2						IC ₁ = 0,15						
361 (0,40)						IC ₁ = 0,35						IC ₂ = 0,65						
						IC ₂ = 0,46												

PROFUNDIDADE	CONSTITUINTES										PARTE CARBONOSA (%)	SELEÇÃO			CORES DI		
												AREN. (%)	MODERADA	MÁ	PELITOS		
	PRINCIPAIS					MENORES									CINZA PRETO	CINZA CLARO CREME	CASTANHO
	FOLHELHO	0	ARENITO GROSSO	5		CC-CALCAREO	dl-DOLOMITO	cv-CARVÃO	sx-SILEX								
	SILTITO	1	AREN. MUITO GROSSO	6													
	AREN. MUITO FINO	2	CONGLOMERADO	7													
	ARENITO FINO	3	ARENITO CONGLOM.	8													
	ARENITO MÉDIO	4	LAMITO CONGLOM.	9													
7,00	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2			X			X	
	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2			X			X	
17,00	Cc	1	1	2	2	2	2	2	2	2			X				
	Cc	1	1	2	2	2	2	2	2	2			X				
27,00	Cc	1	1	1	1	1	1	1	1	1							
	Cc	1	1	1	1	1	1	1	2	2							
37,00	Cc	1	3	3	3	3	3	3	3	3			X				
	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4			X	X			
47,00	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4				X			
	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5				X	X		
57,00	1	1	5	5	5	5	5	5	5	5	Cv	3%			X	X	
	1	1	1	1	1	1	9	9	9	9	Cv	3%				X	
67,00																	
PROFUNDIDADE DOS INTERVALOS						INTERVALO A-C						INTERVALO C-D					
A - 07						Espessura total - 32,00m						Espessura total - 26,00m					
B -						Espessura arenito - 15						Área/Folhelho - 1,8					
B ₀ - 22m												IC ₁ = 0					
B ₁ -												IC ₂ = 0,66					
C - 39																	
C ₁ - 60																	
C ₂ - 60																	
C ₃ - 60																	
D - 65																	
D ₁ - 65																	
E - 65																	
Cv- 60 (0,20m)																	
Cv- 65 (0,20m)																	
						INTERVALO C-E						INTERVALO C-C ₂					
						Espessura total - 26,00m						Espessura total - 21m					
						Área/Folhelho - 5,5						IC ₁ = 0,42					
						IC ₁ = 0						IC ₂ = 0,80					
						IC ₂ = 0,66											

PROJETO CARVÃO

PROGRAMA DE INTEGRAÇÃO E AVALIAÇÃO REGIONAL

Furo NF-01 Correlação NF-02 Camada Gula 157,50m Local Sapopema

[illegible]

PROJETO CARVÃO

PROGRAMA DE INTEGRAÇÃO E AVALIAÇÃO REGIONAL						
Furo NF-06-PR	Correlação	NF-05	Camada Gula	185,8	Local	Sapopema

[illegible]

PROGRAMA DE INTEGRAÇÃO E AVALIAÇÃO REGIONAL							
Furo	NF-05-PR	Correlação	0,35	Camada	Gula	355m	Local Sapopema

[illegible]

CARVÃO

Furo R-27 Correlação P-25 Camada Gula 49,50m Local Sapopema

[illegible]

CARVÃO

Furo NF-08-PR Correlação NF-09 Camada Gula 144m Local Sapopema

[illegible]

CARVÃO

Furo CV-05 .. Correlação CV-03 Camada Gula 95m Local Curitiba

[illegible]

PROJETO CARVÃO

PROGRAMA DE INTEGRAÇÃO E AVALIAÇÃO REGIONAL

Furo 60-01/75-PR Correlação NF-09 Camada Gula 199,00m Local Sapopema

[illegible]

PROGRAMA DE INTEGRAÇÃO E AVALIAÇÃO REGIONAL
Furo F-66 Correlação F-60 Camada Gula 292,50m Local Sapopema

[illegible]

PROJETO CARVÃO

PROGRAMA DE INTEGRAÇÃO E AVALIAÇÃO REGIONAL						
Furo	F-8	Correlação	H-1	Camada	Gula	87,50m
					Local	Figueira

[illegible]

PROGRAMA DE INTEGRAÇÃO E AVALIAÇÃO REGIONAL
Furo 1-MA-02-PR Correlação MA-11 Camada Gula 65,00m Local Monte Alegre

PROFUNDIDADE	CONSTITUINTES										PARTE CARBONOSA (%)	SELEÇÃO			CORES DC				
	PRINCIPAIS											MENORES		AREN. (%)			PELITOS		
	FOLHELHO	0	ARENITO GROSSO	5								BOA	MODERADA	MÁ	CINZA PRETO	CINZA CLARO CREME	CASTANHO		
	SILTITO	1	AREN. MUITO GROSSO	6	CC-CALCAREO														
	AREN. MUITO FINO	2	CONGLOMERADO	7	dl - DOLOMITO														
	ARENITO FINO	3	ARENITO CONGLOM.	8	cv - CARVÃO														
	ARENITO MÉDIO	4	LAMITO CONGLOM.	9	sx - SILEX														
72,00	1	3	3	3	3	3	4	4	4	4						X			
	0	1	1	1	3	3	3	3	3	3		10%				X			
82,00	1	1	3	5	5	5	5	5	5	5					X	X			
	1	1	3	3	3	4	4	4	5	5						X			
92,00	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4									
	0	1	1	1	2	2	3	3	4	4		10%				X			
102,00	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4									
	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4									
112,00	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4						X			
	1	2	2	2	2	3	3	3	4	4						X			
122,00	0	3	3	3	3	4	4	4	4	4	Cv.3%	10%							
	0	2	2	2	3	3	3	3	3	3									
132,00	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3									
	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3									
142,00	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3									
	2	2	3	9	9	9	9	9	9	9									
152,00																			
PROFUNDIDADE DOS INTERVALOS					INTERVALO A-C							INTERVALO C-D							
B ₀ - 53,00					Espessura total - 30 (?) Espessura arenito -							Espessura total - 32m Área/Folhelho - 3,92 IC ₁ = 0 IC ₂ =0,51							
B ₁ - 70,00																			
C - 72,50																			
C ₁ - 78,00																			
C ₂ - 82,50					INTERVALO C-E							INTERVALO C-C ₂							
C ₃ - 86,00																			
D - 102,00																			
D ₁ - 122,00																			
E - 148,00					Espessura total - 75,50m Área/Folhelho - 9,13 IC ₁ = 0 IC ₂ = 0,34							Espessura total - 10m Área/Folhelho - 3,75 IC ₁ = 0 IC ₂ = 0,27							
Cv- 0,20																			

PROGRAMA DE INTEGRAÇÃO E AVALIAÇÃO REGIONAL

Furo CV-02 . Correlação AA-11 Camoda Gula 12m Local

[illegible]

PROGRAMA DE INTEGRAÇÃO E AVALIAÇÃO REGIONAL

Furo CV-03 Correlação VC-05 Camada Gula 66,50m Local Curitiba

[illegible]

CARVÃO

Furo K-7 Correlação N-05 Camada Gula 52m Local Figueira

[illegible]

PROGRAMA DE INTEGRAÇÃO E AVALIAÇÃO REGIONAL

Furo H-273 Correlação H-275 Camada Gula 32,5m Local Tel. Borba

PROFUNDIDADE	CONSTITUINTES										PARTE CARBONOSA (%)	SELEÇÃO			CORES DE			
												AREN. (%)	BOA	MODERADA	MÁ	CINZA PRETO	CINZA CLARO CREME	CASTANHO
	PRINCIPAIS					MENORES												
	FOLHELHO	0	ARENITO GROSSO	5														
	SILTITO	1	AREN. MUITO GROSSO	6	CC-CALCAREO													
	AREN. MUITO FINO	2	CONGLOMERADO	7	di - DOLOMITO													
	ARENITO FINO	3	ARENITO CONGLOM.	8	cv - CARVÃO													
	ARENITO MÉDIO	4	LAMITO CONGLOM.	9	sx - SILEX													
60,50																		
	1	1	1	1	1	1	2	2	2	3						X		
70,50	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3						X		
	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3							X	
80,50	0	1	1	1	1	1	1	1	2	2						X		
	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2								
90,50	1	1	1	1	1	1	2	2	3	3						X		
	1	1	1	1	1	1	2	2	3	3								
100,50	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3								
	1	1	2	2	3	3	3	3	3	3								
110,50	3	3	3	3	3	3	3	9	9	9								
PROFUNDIDADE DOS INTERVALOS						INTERVALO A-C					INTERVALO C-D							
A - 32,50m						Espessura total - 28,00m					Espessura total - 34,50m							
B ₀ - 42,00m						Espessura Arenito - 6,4m					Areia/Folhelho - 0,91							
C - 60,50											IC ₁ = 0							
C ₁ - 83,50											IC ₂ = 0							
C ₂ - 87,50																		
C ₃ - 91,50																		
D - 95,00																		
E -108,50																		
						INTERVALO C-E					INTERVALO C-C ₂							
						Espessura total - 49,00m					Espessura total - 27,00m							
						Areia/Folhelho - 1,61					Areia/Folhelho - 0,92							
						IC ₁ = 0					IC ₁ = 0							
						IC ₂ = 0					IC ₂ = 0							

PROGRAMA DE INTEGRAÇÃO E AVALIAÇÃO REGIONAL

Furo Z-19 Correlação W-17 Camada Gula 181m Local -----

[illegible]

PROGRAMA DE INTEGRAÇÃO E AVALIAÇÃO REGIONAL
Furo AA-11 .. Correlação CV-01 Camada Gula 144m Local Figueira

[illegible]

[illegible]

PROGRAMA DE INTEGRAÇÃO E AVALIAÇÃO REGIONAL			
Furo 1-MA-08-PR	Correlação	MA-2 Camada Gula	161,00m Local Monte Alegre

[illegible]

PROJETO CARVÃO

PROGRAMA DE INTEGRAÇÃO E AVALIAÇÃO REGIONAL
Furo W-37 Correlação F-66 Camada Gula 298m Local Sapopema

[illegible]

PROJETO CARVÃO

PROGRAMA DE INTEGRAÇÃO E AVALIAÇÃO REGIONAL

Furo H-275 Correlação _____ Camada Gula _____ Local Tel. Borba _____

PROFUNDIDADE	CONSTITUINTES										PARTE CARBONOSA (%)	SELEÇÃO			CORES DO										
	PRINCIPAIS											MENORES	AREN. (%)	BOA	MODERADA	MÁ	PELITOS								
	FOLHELHO	0	ARENITO GROSSO	5	CC-CALCAREO	SILTITO	1	AREN. MUITO GROSSO	6	dl - DOLOMITO							AREN. MUITO FINO	2	CONGLOMERADO	7	cv - CARVÃO	ARENITO FINO	3	ARENITO CONGLOM.	8
61	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3													X		
	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4															
71	1	1	1	1	3	4	4	5	5	5													X		
	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3															
81	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3															
	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3															
91	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3													X		
	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3													X		
101	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3															
	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3															
111	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3															
	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3															
121	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3															
	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3															
126	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3													X		
	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3															
136	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3															
PROFUNDIDADE DOS INTERVALOS						INTERVALO A-C						INTERVALO C-D													
						INTERVALO C-E						INTERVALO C-C ₂													

PROJETO CARVÃO

PROGRAMA DE INTEGRAÇÃO E AVALIAÇÃO REGIONAL

Furo H-275 Correlação _____ Camada Gula _____ Local Tel. Borba _____

[illegible]

PROJETO CARVÃO

PROGRAMA DE INTEGRAÇÃO E AVALIAÇÃO REGIONAL

Furo W-25 Correlação V-25 Camada Gula 32,00m Local Figueira

PROFUNDIDADE	CONSTITUINTES										PARTE CARBONOSA (%)	SELEÇÃO			CORES DO					
	PRINCIPAIS											MENORES		AREN. (%)	BOA	MODERADA	MÁ	PELITOS		
	FOLHELHO		0	ARENITO GROSSO		5	CC-CALCAREO dl - DOLOMITO cv - CARVÃO sx - SILEX		CINZA PRETO	CINZA CLARO CREME		CASTANHO								
	SILTITO	1	AREN. MUITO GROSSO		6															
	AREN. MUITO FINO		2	CONGLOMERADO		7														
	ARENITO FINO		3	ARENITO CONGLOM.		8														
	ARENITO MÉDIO		4	LAMITO CONGLOM.		9														
68,50	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3										
	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	Cv.3%	3%				x				
78,50	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2										
	2	2	2	2	3	3	3	4	4	4										
88,50	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4										
	2	2	2	2	3	3	4	4	9	9										
98,50	2	2	2	2	2	2	9	9	9	9										
	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9										
108,50	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9										
	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9										
118,50	2	2	2	2	5	5	9	9	9	9										
	8	8	9	9	9	9	9	9	9											
128,50																				
PROFUNDIDADE DOS INTERVALOS						INTERVALO A-C						INTERVALO C-D								
A - 35,00						Espessura total - 33,00m Esp. arenitos - 5,0						Espessura total - 17,00m Área/Folhelho - 15,50 IC ₁ = 0 IC ₂ = 0								
B - 38,00																				
B ₀ - 54,00																				
B ₁ - 63,00																				
C - 68,00																				
C ₁ - 77,50						INTERVALO C-E						INTERVALO C-C ₂								
C ₂ - 78,50																				
C ₃ - 78,50																				
D - 85,00																				
E - 96,00																				
Cv- 78,00 - 10cm (topo)						Espessura total - 28,00m Área/Folhelho - 28,50 IC ₁ = 0 IC ₂ = 0,09						Espessura total - 10,50m Área/Folhelho - 9,00 IC ₁ = 0 IC ₂ = 0								

PROGRAMA DE INTEGRAÇÃO E AVALIAÇÃO REGIONAL

Furo SF-13 Correlação NF-03 Camada Gula 186,00m Local Figueira

[illegible]

PROJETO CARVÃO

PROGRAMA DE INTEGRAÇÃO E AVALIAÇÃO REGIONAL
Furo H-16 Correlação L-10 Camada Gula 52m Local Figueira

PROFUNDIDADE	CONSTITUINTES										PARTE CARBONOSA (%)	SELEÇÃO			CORES DOS					
												AREN. (%)	BOA	MODERADA	MÁ	PELITOS				
	PRINCIPAIS															MENORES				
	FOLHELHO	0	ARENITO GROSSO	5												CC-CALCAREO	dl - DOLOMITO	cv - CARVÃO	sx - SILEX	
	SILTITO	1	AREN. MUITO GROSSO	6											CINZA PRETO	CINZA CLARO	CREME	CASTANHO	MARROM	
	AREN. MUITO FINO	2	CONGLOMERADO	7																
	ARENITO FINO	3	ARENITO CONGLOM.	8																
	ARENITO MÉDIO	4	LAMITO CONGLOM.	9																
50,20	Cc	Cc	Cc	Cc	2	2	2	2	2	2			X							
	Cc	Cc	Cc	1	1	1	1	1	1	1										
60,20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1										
	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2			X							
70,20	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2			X							
	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2			X							
80,20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1										
	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2										
90,20	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3			X							
	M	M	M	M	1	1	1	1	1	1	Marca-50%									
100,20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1										
	1	9	9	9	9	9	9	9	9	9										
110,20																				
PROFUNDIDADE DOS INTERVALOS											INTERVALO A-C					INTERVALO C-D				
A - 64 B ₁ -C-C ₁ - 100 C ₂ -C ₃ -D-E- 106,5											Espessura total - 36,0m Espessura arenito - 16,4					Espessura total - 6,5m Área/Folhelho - 0 IC ₁ = 0 IC ₂ = 0				
											INTERVALO C-E					INTERVALO C-C ₂				
											Espessura total - 6,5m Área/Folhelho - 0 IC ₁ = 0 IC ₂ = 0					Espessura total - 6,5m Área/Folhelho - 0 IC ₁ = 0 IC ₂ = 0				

PROJETO CARVÃO

PROGRAMA DE INTEGRAÇÃO E AVALIAÇÃO REGIONAL
Furo SV-13 Correlação W-17 Camada Gula 8,5m Local Figueira

[illegible]

PROFUNDIDADE DOS INTERVALOS

A - erodido

C - 0

C₇ - 11,50

C₂- 12,30

C₃- 15,50

D+E - 44,30

INTERVALO A-C

INTERVALO C-E

Espessura total - 35,50 m

Área/Folhelho - 16,8

$$IC_1 = 0$$
$$IC_2 = 0,28$$

INTERVALO C-D

Espessura total - 35,50m

Areia/Folhelho - 16,8

$$IC_1 = 0$$
$$IC_2 = 0,28$$
INTERVALO C-C₂

Espessura total - 4,5m

Área/Folheto - 20

$$IC_1 = 0$$
$$IC_2 = 0,50$$