2003-S

REPÚBLICA POPULAR DE MOÇAMBIQUE

GABINETE DO SECRETÁRIO DE ESTADO DO CARVÃO E HIDROCARBONETOS

GSECHI

PROGRAMA MUCANHA-VUZI

PESQUISA BIBLIOGRÁFICA E FOTOINTERPRETAÇÃO GEOLÓGICA

CONTRATO GSECHI/CPRM

I96
CPRM — DIDOTE
ARQUIVO TÉCNICO
Relatório n.º 2003-S
N.º de Volumes: 1 V: —
PHL-011541

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS-CPRM

BRASIL

MAIO 1982

PROGRAMA MUCANHA - VUZI

PESQUISA BIBLIOGRÁFICA E FOTOINTERPRETAÇÃO GEOLÓGICA

CONTRATO GSECHI/CPRM

Autores

Eugênio Casimiro Szubert
Cláudio Alcântara Gil
João Angelo Toniolo
Sabino Orlando C. Loguercio
Antonio Ivo de M. Medina
Maria Eugênia C. M. Santos

Coordenadores

Luiz Antonio Gravatá Galvão
Mário Jorge Costa
Cladis Antonio Presotto

CPRM

SUMÁRIO

CPRM

S U M Á R I O

PÁG.

APRESENTAÇÃO

ABSTRACT

1 - INTRODUÇÃO 1

2 - PESQUISA BIBLIOGRÁFICA 2

2.1 - Destaques Bibliográficos e Potencialidade Carbonífera da Região Mucanha-Vuzi 2

2.2 - Índice Bibliográfico por Autor 4

2.3 - Resumos Bibliográficos 9

3 - FOTOINTERPRETAÇÃO GEOLÓGICA 56

3.1 - Introdução 56

3.2 - Localização e Acesso 56

3.3 - Metodologia 57

3.4 - Análise Fotogeológica Geral 58

3.4.1 - Descrição das Unidades 59

3.4.1.1 - Soco Antigo (Embasamento Precâmbrico Indiferenciado).... 59

3.4.1.2 - Sistema Karroo 60

A - Karroo Sedimentar 60

B - Karroo Vulcânico 60

3.4.1.3 - Cobertura pós-Karroo 65

3.4.1.4 - Depósitos Aluvionares e Coluvionares 66

3.4.2 - Aspectos Estruturais 67

4 - GEOLOGIA ECONÔMICA DOS CARVÕES 70

4.1 - Estratigrafia 70

CPRM

S U M Á R I O

PÁG.

4.2 - Análise da Bacia Sedimentar do Rio Zambeze..... 71

4.2.1 - Ambiente geotectônico 71

4.2.2 - Sistemas Deposicionais-Fácies/Ambiente 72

4.2.3 - Mudanças Pós-Acumulação 74

4.2.4 - Camadas de Carvão e Subsidência 74

4.3 - Qualidade de Carvão 75

4.4 - Perspectivas Econômicas 76

5 - PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA MINERAL 80

5.1 - Geofísica Terrestre 80

5.2 - Sondagem 81

6 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES 83

7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 85

ILUSTRAÇÕES

Figuras:

1 - Mapa de localização
2 - Aerofoto
3 - Perfis litológicos dos Furos Executados
4 - Mapa Previsional para locação de Perfis Geofísicos e Furos de Sondagem.

Quadros:

1 - Coluna Estratigráfica Adotada
2 - Classificação Geológica

CPRM

S U M Á R I O

Apêndice

Conceituação de Termos

Anexos

1 - Mapa Fotogeológico - escala 1:50.000

2 - Seções Geológicas Esquemáticas

3 - Plano de Locações dos Perfis Geofísicos e dos Furos de Sondagem - escala 1:50.000

CPRM

APRESENTAÇÃO

CPRM

APRESENTAÇÃO

Como parte do contrato firmado entre o Gabinete do Secretário de Estado do Carvão e Hidrocarbonetos - GSECHI da República Popular de Moçambique e a Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais - CPRM, a CPRM apresenta neste relatório os dados referentes às atividades de pesquisa bibliográfica e fotointerpretação (Seção 4.2 do Anexo I) do referido contrato realizadas no período de 15 de abril a 14 de maio de 1982, na cidade de Maputo, Moçambique.

O relatório consta do resumo de 45 obras consultadas de interesse para a área pesquisada, assim como contém as observações geológicas colhidas durante a fotointerpretação e avaliação bibliográfica.

CPRM

ABSTRACT

Mod. 002

NE 7530.0210.0343

CPRM

ABSTRACT

This report deals with the results obtained during the bibliographic research and the geological photointerpretation carried out by CPRM in the Mucanha-Vūzi area, according to Section 4.2 Annex I of the Contract GSECHI/CPRM of the 12.01.1982.

Fourty five geological papers were summarized and a photogeological map was produced, using vertical aerial photographs at scales of 1:50,000 and 1:30,000.

The Zambeze river sedimentary basin constitutes a block-faulted region associated with the eastern African rifting system. The Karroo rocks were sintectonically deposited in Precambrian depressions (grabens) and are overlied by the younger post-Karroo detritic cover and recent alluvial-colluvial deposits.

According to the geological framework of the coal seams, the areas were classified as: priority 1 coal seams at shallower depths; priority 2 coal seams located in deeper sites; and priority 3 areas of geological complexity.

As the geological mapping and the cartographic survey will be undertaken in the whole area surveyed and also because the other prospecting methods included in the Program will depend on the results to be obtained in the subsequent phases, a plan for ground geophysics and drilling is presented.

CPRM

1 - INTRODUÇÃO

CPRM

1. INTRODUÇÃO

As atividades de pesquisa bibliográfica e fotointerpretação marcam o início da pesquisa geológica da área carbonífera do Mucanha-Vuzi, considerada a parte potencialmente mais significativa para carvão da bacia de Chicôa-Mecùcoé, situada na Província de Tête, no curso médio do rio Zambeze.

As atividades de prospecção geológica posteriores, essencialmente de campo, compreenderão mapeamento geológico, na escala 1:20.000, perfis geofísicos de gravimetria e magnetometria, furos de sondagens e perfilagem, assim como estudos de laboratório. Concomitantemente, serão realizados trabalhos geodésicos, visando à elaboração de cartas planialtimétricas (1:20.000) e estudos hidrogeológicos para verificar a influência do reservatório da albufeira de Cahora-Bassa sobre o depósito carbonífero.

O mapeamento geológico será realizado na área aflorante das rochas do Sistema Karroo, abrangendo aproximadamente 150 km², localizada entre as rochas do embasamento cristalino, a norte, e as águas da albufeira, a sul. Os limites leste e oeste são os meridianos 31°28' e 31°15', respectivamente.

Os furos de sondagem pioneira, programados sobre o mapa fotogeológico, e que cuja malha será estabelecida em função das informações coletadas nas etapas subsequentes, pretendem cobrir a área prospectável para a Série Carbonífera que é inferior a 120 km², com vistas à obtenção de informações estratigráficas e sobre o carvão a pouca profundidade.

A programação dos perfis geofísicos baseia-se também nos resultados da pesquisa bibliográfica e da fotointerpretação. Aliada às sondagens pioneiras, a geofísica permitirá dar uma visão inicial do comportamento geológico da área e de sua favorabilidade para carvão.

Procurou-se ainda, com os dados bibliográficos e de fotogeologia, estabelecer um primeiro modelo geológico para ser testado e, se necessário, modificado, durante o desenrolar das etapas subsequentes.

CPRM

2 - PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

2. PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

2.1 - Destaque bibliográficos e potencialidade carbonífera da região Mucanha-Vuzi

Durante a pesquisa bibliográfica, reuniram-se todas as informações geológicas disponíveis da região em estudo, com destaque para as rochas do Sistema Karroo e, em especial, para os carvões da Série Carbonífera. Foram selecionados ainda para resumo alguns trabalhos de áreas vizinhas a Moçambique, de interesse restrito ou regional vinculados à pesquisa em andamento, abordando praticamente todos os aspectos litoestratigráficos e geotectônicos do Sistema Karroo.

Entre os trabalhos relacionados com a Bacia do rio Zambeze, em Moçambique, merecem destaque os estudos pioneiros da Longyear (1955), Carvalho (1960 e 1961), Santos (1960 e 1961) e Real (1966). Referência especial para os trabalhos de Carvalho (1960, 1961 e 1977), realizados sobre a região do Mucanha-Vuzi, os quais serviram de base para a interpretação fotogeológica da área destinada à CPRM para a presente pesquisa (Anexo I). Outros trabalhos importantes, relacionados com a área em estudo, são os do Gabinete do Plano do Zambeze (1974), Godinho e Salazkine (1980 e 1981), Hodgson (1974), Real (1963a e 1980) e Vasconcelos (1982).

A respeito da potencialidade carbonífera da região Mucanha-Vuzi, destacam-se as conclusões de Carvalho (1961), Real (1963 a e 1980) e do Gabinete do Plano do Zambeze (1974). Para o primeiro autor "os levantamentos geológicos de detalhe de cada camada e os resultados das análises decepcionam quem tenha visto de relance os afloramentos ao longo de alguns rios (Mucanha e Bohozi)." "A maior parte é constituída por leitos de carvão quase sempre delgados e de teor de cinzas elevado, separados por leitos de argilitos negros, com espessuras da mesma ordem de grandeza." Continua Carvalho (op.cit.): "as camadas de carvão são constituídas por leitos de hulha, regra geral com espessuras insuficientes para poderem ser desmontados isoladamente numa futura exploração " "A qualidade da hulha varia duns leitos para outros, mas é geralmen

te medíocre; o teor de cinzas é elevado, a maior parte das vezes superior a 20%".

Em contrapartida, Real (1963 a) considera a região do Mucanha-Vuzi como a mais favorável para carvão na Bacia do rio Zambeze. Conclui que existem camadas de carvão economicamente exploráveis, com possibilidades de obtenção de coque metalúrgico, e que as reservas são suficientemente grandes para o estabelecimento de uma indústria extrativa em larga escala.

O Gabinete do Plano do Zambeze (1974) apresenta uma síntese dos trabalhos geológicos-mineiros já realizados no vale do rio Zambeze, em Moçambique, destacando para a região do Mucanha-Vuzi: as camadas de carvão são mais espessas e menos compartimentadas, os mergulhos menos pronunciados e as infiltrações provenientes da albufeira de Cahora Bassa de importância secundária.

Recentemente, Real (1980) analisa a potencialidade carbonífera da região do Mucanha-Vuzi, após o enchimento da albufeira de Cahora Bassa. Afirma que a área carbonífera do Vuzi não parece ter sido afetada pelas águas da albufeira e que as reservas indicadas de carvão poderão ultrapassar os valores calculados pelo Gabinete do Plano do Zambeze (1974), isto é, reservas prováveis: 70 milhões t; reservas possíveis: 195 milhões t. Para a área carbonífera do Bohozi, com base na sondagem C_3 (Hodgson, 1974), as reservas seriam: prováveis: 150 milhões t; possíveis: 285 milhões t.

Na análise fotogeológica, entretanto, houve intenção de isentar-se da polêmica acima referida, fazendo-se uma interpretação, preliminar é verdade, sobre os dados coletados durante esta atividade.

CPRM

2.2 - Índice Bibliográfico por autor

AFONSO, R. S. (1975) - Contribuição para o conhecimento da geologia da área de Tambara - Dõa (Folha Sul-E. 36/E). Grau Quadrado 1634. Bol. Serv. Geol. Minas. Lourenço Marques, nº 38, 153 p.

ALMEIDA, J.M. da C & NUNES, A. de F. (1965) - Nota sobre os Depósitos de Karroo do Vale do Lugenda. Memórias do Inst. de Investigação Científica de Moçambique. Vol. 7, Série B, p. 15 - 22, mapas.

BEBIANO, J.B. - (1934) - Notícia Preliminar sobre o reconhecimento geológico do Zumbo, Distrito de Tête, Moçambique. 1ª parte Bol. Museu e Lab. Mineralógico e Geológico da Univ. de Lisboa. Bol. 3, p. 199-218. Contém fotografias e mapa.

BEBIANO, J.B. (1936) - Notícia Preliminar sobre o reconhecimento geológico da região do Zumbo, Distrito de Tête, Moçambique. 2ª parte Bol. Museu e Lab. Mineralógico e Geológico da Univ. de Lisboa. Bol. 5, p. 85-94. Contém fotografias e mapas.

BOND, G. (1967) - A review of Karroo sedimentation and lithology in Southern Rhodesia. I.U.G.S. In Symposium on Gondwana, Mar del Plata, Argentina. (Distribution limited, 25 p.).

BORGES, A, (1946) - Os depósitos do Karroo no Distrito de Tête. Serv. de Ind. e Geol. Série de Geol. e Minas. Memórias e Comunicações. Imprensa Nac. de Moçambique. Bol. B. Lourenço Marques, 66 p. Mapa.

CARVALHO, L.H.B. de (1960) - Relatório da Campanha de 1959. Grupo nº 3 Missão de Fomento e Povoamento do Zambeze. Brigada de Geologia e Prosp. Mineira. Lisboa, Anexo 6, Vol. III, 46 p. Inédito. Contém mapas, secções e fotografias.

CARVALHO, L.H.B. de (1961) - Relatório da Campanha de 1960. Grupo nº 3 Missão de Fomento e Povoamento do Zambeze. Brigada de Geologia e Prosp. Mineira. Lisboa, Anexo, vol. III, 38 p. Inédido. Contém mapas, secções, fotografias.

CARVALHO, L.H.B. de (1969) - Nascentes Termais de Carinde.Rev.Ciênc. Geológicas. Lourenço Márques, Vol.2, Série A,p. 9-45. Mapas fotografias.

CARVALHO, L.H.B. de (1977) - Formações vulcânicas de Carinde,(Tête-Moçambique). Dissertação apresentada ao Inst.Superior Técn. para obtenção do grau de doutor em Ciênc. de Engenharia. Vila Real, Portugal, 213 p. Contém mapas, fotografias e secções.

COLIN, L.L. (1951) - Investigações sobre as possibilidades económicas dos carvões do Moatize - Lab. de Metalurgia, Dir. dos Ser. Geol. Minas. Prov. Moçambique. Rel. nº 7/50, 16 p. Inédito.

COMPANHIA CARBONÍFERA DE MOÇAMBIQUE, S.A.R.L. (1961) - Relatório Final Vol. I, texto, 46 p., vol. 2, documentos.Inédito.

DRYSDALL, A. R. (1867) - The Karroo System in Northern Rhodesia . Correlation and Sedimentation. Northern Rhod. Geol. Survey. Occasional Paper, nº 32, p. 138-142.

FATTI, J.L. (1972) - The influence of dolerite sheets on reflection seismic profiling in the Karroo Basin. In Trans. Geol. Soc. South Afr. Vol. 75, part.2, p. 71-74.

GABINETE DO PLANO DO ZAMBEZE (1974) - Ocorrências de Carvão no Vale do Zambeze - Moçambique. GPZ. Vol. I, 42 p. Vol. II, mapas e diagramas de furos. Inédito.

GODINHO, I. (1970) - Panorama Geológico-Mineiro da Bacia do Zambeze (Moçambique). Gabinete do Plano de Zambeze. Lourenço Marques , 10 p. Inédito (referência 983 DNG).

GODINHO, I. (1980) - A área carbonífera do Mucangádzi. Estado actual de conhecimentos. GSECHI. Maputo, 24 p. Inédito. Contém mapa e tabela.

GODINHO, I. e SALAZKINE, E. (1980) - Nota preliminar sobre o teor

de germânio nos carvões de Moçambique. GSECHI. Maputo, 16 p. Inédito. Contém tabelas, "log" e mapa.

GODINHO, I. & SALAZKINE, E. (1981) - Projeto do Carvão de Mucanha -Vuzi complemento de Prospecção e Pesquisa Preliminar das Jazidas de Carvão da área do Mucanha-Vuzi. Programa de trabalhos (1981-1982). Maputo, 9 p., Datilografado. Contém mapas, tabelas e figuras.

GONZE, J. (1971) - Étude des Possibilités de Lavage des Charbons de Moatize. Essais executés aux Charbonuages de Mouceau Fontaine Cia. Carbonífera de Moçambique. Tête, 29 p. Inédito. Anexos.

HAUGHTON, S.H. (1970) - The Gondwana (Karroo) System in Southern Africa. I.U.G.S. - In Symposium on Gondwana, África do Sul, p.49-54.

HODGSON, R.C. (1974) - Empreitada de Sondagens de Pesquisa Geológica na bacia carbonífera de Mucanha-Vuzi (Moçambique).Relatórios dos trabalhos executados In: GPZ, 18 p. Inédito. Contém tabelas e "logs".

HUMPHREYS, M. & CHAPPELL, J. (1970) - Glacial Sedimentation in - the Lower Karroo, Mid. Zambeze Valley, Rhodesia I.U.G.S. In Symposium on Gondwana, África do Sul, p. 501-509.

JACOBSEN, J.B.E. & T.S. McCARTHY (1975) - Possible late Karroo Carbonative and Basalt Instrusions at Messina, Transvaal. In Trans. Geol. Soc. South Afr. Vol. 78, part 1,p. 153-159.

LAPIERRE, M.E. (1881) - (?) - Note sur le bassin hoñillér de Tête (Région du Zambeze) p.585-593.

LIMEX LTDA./KOMBINAT GEOLOGISCHE FORSCHUNG UND ERDINDUNG HALLE (1981) - Pesquisas geológicas 1979-81 na Bacia Carbonífera de Moatize. Rel. Final, 4 vol. Texto, 224 p, tabelas e fig. Anexos I , II e III, mapas, "logs", tabelas e perfis.

LKAB INTERNATIONAL AB (1981) - Report on the phase I coal exploration program in areas east of Moatize, Province of Tête. The People's Republic of Mozambique. Stockholm, Sweden. Vol. 1, 50 p, texto, Vol.2, mapas geológicos e geofísicos. Inédito.

LKAB INTERNATIONAL AB (1981) - Report of the phase II coal exploration program in areas east and north of Moatize, Province of Tête. The People's Republic of Mozambique. Stockholm, Sweden. Vol.1, 47 p. texto, Vol.2, mapas e "logs". Inédito.

LONGYEAR, E.J.Co. (1955) - Report to the Government of Portugal on the Tête Area. Mozambique, Portuguese East Africa. Vol.V, 147 p. Inédito. Mapas e fotos.

MONEY, J.J. & DRYSDALL, A. R. (1973) - The geology, classification, paleogeography and origin of the Mid-Zambezi coal deposits of Zambia. In 3rd Grand. Symposium Camberra, Austrália, p. 249-270.

NETO, J.N. (1976) - Memorandum of the Delegation of the People's Republic of Mozambique on the Coal Deposits of that Country. Coal Exploration. Proceedings of the First International Coal Expl. Symposium. London, p. 642-647.

REAL, F. (1963 a) - Jazigos de Carvão (Hulha) da Bacia do Rio Zambeze. In: DNG, referência 1381/L 411. Cap. 4, p. 51-70. Inédito.

REAL, F. (1963 b) - Relatório sobre a natureza, reservas e possibilidades de lavagem dos carvões da actual concessão da C.C.M. Lourenço Marques, 15 p. Inédito.

REAL, F. (1966) - Geologia da Bacia do Rio Zambeze (Moçambique). Características geológicas-mineiras da bacia do rio Zambeze em território moçambicano. Junta de Investigações do Ultramar. Lisboa, 179 p. Contém quadros, figuras, fotografias e mapa.

REAL, F. (1980) - Relatório preliminar sobre as bacias carboníferas do rio Zambeze. Maputo, 25 p. Manuscrito. Inédito.

SALAZKINE, E. (1980) - Relatório sobre o teor de germânio em carvão de Moçambique. Direcção Nacional de Geologia e Minas e Defesa do Subsolo. Maputo, 5 p. Inédito (referência 1012 DNG).

SANTOS, J.L.P. (1960) - Relatório da Campanha de 1959. Grupo nº 2. Missão de Fomento e Povoamento do Zambeze. Brigada de Geologia e Prosp. Mineira. Lisboa, Anexo 6, Vol. II, 41 p. Inédito. Contém mapas, secções, fotografias.

SANTOS, J.L.P. (colaboração BARATA, J.C.M.) - (1961) - Relatório da Campanha de 1960. Grupo nº 2. Missão de Fomento e Povoamento do Zambeze. Brigada de Geologia e Prosp. Mineira. Lisboa, Anexo 6, vol. II, 32 p. Inédito. Contém mapas, secções, fotografias.

SOUSA, M.J.L. & MÉRIAUX, E. (1971) - Estudo Petrográfico Preliminar das Hulhas da Bacia de Moatize (Tête, Moçambique). In Garcia de Orta. Lisboa, Vol. 19, nº 14, p. 263-278.

SOUSA, M.J.L. (1977) - Contribuição para o conhecimento das bacias carboníferas da Zambézia (Moçambique). Estudo petrológico das camadas de carvão cortadas pelas sondagens A_3, C_3 e E_2 na bacia carbonífera de Chicôa-Mecúcoè. In Garcia de Orta, Ser. Geol. Lisboa. Parte I, 2 (1), p. 1-12. Parte II, 2 (1), p.13-36.

SOWERBUTTS, W.T.C. (1972) - Rifting in Eastern Africa and the Fragmentation of Gondwanaland. Nature, vol. 235, p. 435-437.

TRUSWELL, J.F. (1979) - An Introduction to the Historical Geology of South Africa. Cape Town, South Africa, p. 114-133.

VASCONCELOS, L.A.F.T.S. (1981) - Estudo estatístico sobre as características físico-químicas dos carvões da bacia carbonífera de Chicôa-Mecúcoè, GSECHI. Maputo, 13 p. Datilografado, inédito. Contém tabelas, quadros e figuras.

VASCONCELOS, L.A.F.T.S. (1981) - Nota informativa sobre a bacia carbonífera de Mucanha-Vúzi. GSECHI. Maputo, 6 p. datilografadas, Inédito.

VASCONCELOS, L.A.F.T.S. (1982) - Notas sobre a bacia carbonífera de Chicôa-Mecúcoè. Síntese de informações dispersas em vários trabalhos, Maputo, 24 p. datilografadas. Inédito.

2.3 - Resumos Bibliográficos

AFONSO, R. S. (1975) - Contribuição para o conhecimento da geologia da área de Tambara - Dôa (Folha Sul-E-36/E). Grau Quadrado 1634. Bol. Serv.Geol. Minas. Lourenço Marques, nº 38, 153 p.

Descrição das condições climáticas, a fauna, a vegetação e a geomorfologia.

As rochas sedimentares do Sistema Karroo pertencem aos terrenos aplainados da "zona de planaltos médios", dominando florestas altas e medianas junto aos rios, parques savóides de fácies secas em terrenos arenosos e savanas arbustivas em solos argilosos.

Com relação à geologia, faz referência às rochas do Precâmbrico, às formações sedimentares do Karroo, aos vulcanitos do Terciário e aos terraços pleistocênicos.

As rochas do Karroo ocorrem ao norte do rio Zambeze, ocupando uma área de aproximadamente 3.400 km². A maior parte dessa área é ocupada pela Série Produtiva, pela Formação Ucúpe e pelas lavas básicas e riolíticas.

ALMEIDA, J.M. da C.E NUNES, A. de F. (1965) - Nota sobre os depósitos de Karroo do Vale do Lugenda. Memórias do Inst. de Investigação Científica de Moçambique. Vol. 7, Série B, p. 15-22 mapas

Relato sobre o reconhecimento sumário de parte do vale do rio Lugenda, na Província de Niassa, e de alguns dos seus afluentes com o objetivo de encontrar manchas (ocorrências) carboníferas.

Descrição sucinta das manchas de Karroo dos rios Luchimna, onde registram-se duas ocorrências de carvão, Luambala, onde nenhuma ocorrência foi observada e Luangua, duas ocorrências de carvão.

As exposições dos sedimentos do Karroo são muito peque

nas nas áreas visitadas. A maior é a do rio Luangua, com uma área de 7 por 1,2 km, aproximadamente.

BEBIANO, J.B. - (1934) - Notícia Preliminar sobre o reconhecimento geológico da região do Zumbo, Distrito de Tête, Moçambique. 1ª parte Bol. Museu e Lab. Mineralógico e Geológico da Univ. de Lisboa. Bol. 3, p. 199-218. Contém fotografias e mapa.

Rápido reconhecimento geológico na região do Zumbo, onde predominam rochas dos "Sistemas Primitivos".

O Sistema Karroo aflora na margem esquerda do rio Zambeze, formando áreas topograficamente baixas em relação às rochas dos "Sistemas Primitivos".

A faixa de afloramentos dos sedimentos do Karroo tem uma largura média de 5 km, excepcionalmente 20 km a NE do Carinde (entre os rios Vuzi e Bohozi). Os principais afloramentos de carvão identificados localizam-se em Chicôa, Cachombo, rio Mucanha, Manterera e rio Ulungué.

A faixa gresosa, compreendida entre o rio Mucanha e Zumbo, é na sua parte superior, constituída pelo "Grés de Tête", dominando uma cor esbranquiçada, "lembrando argamassa de cal e areia grossa após a mistura com água".

É feita uma correlação estratigráfica entre as rochas do Karroo da parte leste do rio Querua (Chicôa-Zumbo) com o Sistema Karroo da África do Sul.

Os sedimentos do Karroo assentam, na área estudada, com elevado ângulo de inclinação sobre os "Sistemas Primitivos", sendo que após a sedimentação Karroo ocorreram movimentos diastróficos terciários relacionados com a formação do grande vale de "rift".

BEBIANO, J.B. (1936) - Notícia Preliminar sobre o reconhecimento geológico da região do Zumbo, Distrito de Tête, Moçambique. 2ª parte Bol. Museu e Lab. Mineralógico e Geológico da Univ. de Lisboa. Bol. 5, p. 85-94. Contém fotografias e mapas.

Continuação do trabalho de Bebiano (1934), apresentado no Boletim nº 3, resultante de rápido reconhecimento geológico na região do Zumbo.

Abrange a região situada a leste do rio Mucanha, onde as rochas do Sistema Karroo acompanham o vale do rio Zambeze até à localidade de Chicôa.

A largura de afloramento dos sedimentos Karroo não é superior a 10 km na margem esquerda do Zambeze. Aparece aí o "Grés de Tête" acompanhado algumas vezes por argilo-xistos e xistos carboníferos, inclinando-se para sul com ângulo entre 10 e 20°.

BOND, G. (1967) - A review of Karroo sedimentation and lithology in Southern Rhodesia. I.U.G.S. In Symposium on Gondwana, Mar del Plata, Argentina. (Distribution limited, 25 p.).

Os fatores que controlam a sedimentação do Sistema Karroo na Rodésia são a paleogeografia, clima, a natureza das rochas-fonte e os movimentos intermitentes de "rift". Duas bacias, as depressões do Médio Zambeze e do Limpopo, foram acumulando sedimentos derivados de áreas altas, formadas de rochas cristalinas antigas. Movimentos intermitentes rejuvenesceram periodicamente o transporte dos sedimentos para o interior das bacias e produziram um padrão mais ou menos cíclico na região do Médio Zambeze. Durante um período de aproximadamente 100 milhões de anos o clima gradualmente passou de glacial no início a árido no final e a melhor hipótese para explicar este contraste é a Deriva Continental. O assoalho da parte central dessas bacias foi notavelmente plano, mas há evidência de relevo acentuado nas áreas adjacentes; variações laterais de fácies no Karroo Inferior oferecem outra evidência

desse fato.

Discute-se a respeito da possível origem transportada do carvão da camada Wankie, em contraste com a consagrada origem "in situ".

BORGES, A. (1946) - Os depósitos do Karroo no Distrito de Tête . Serv. de Ind. e Geol. Série de Geol. e Minas Memórias e Comunicações. Imprensa Nac. de Moçambique Bol. B. Lourenço Marques, 66p. Mapa.

Reunião de notas dispersas sobre o Sistema Karroo no Distrito de Tête, relativas às anotações feitas no período compreendido entre os anos de 1933 e 1937.

A carta geológica que acompanha o trabalho, na escala 1:1.000.000, apresenta os itinerários percorridos, abrangendo resumidamente o Karroo ao norte do rio Zambeze, desde Matundo(Tête), para a juzante do rio, até ao Sungo, próximo da "boca"da Lupata. Abrange também a vastíssima faixa ao sul do rio Zambeze, que vai de Tête à fronteira do Zumbo.

CARVALHO, L.H.B. de (1960) - Relatório da Campanha de 1959. Grupo nº 3 Missão de Fomento e Povoamento do Zambeze. Brigada de Geologia e Prosp. Mineira. Lisboa, Anexo 6, Vol. III, 46 p. Inédito. Contém mapas, secções e fotografias.

Mapeamento Geológico na escala 1:40.000, que cobre inteiramente as áreas destinadas à CPRM (Vúzi-Bohozi) e à URSS (Mucanha). É uma continuação para oeste do trabalho do Grupo nº 2 da Brigada de Geologia e Prospecção Mineira (Santos, 1960 e 1961).

O mapa geológico apresenta as seguintes formações geológicas:

h) formações duvidosas ou mal definidas
g) formações sedimentares pós-Karroo
f) filões quartzosos

e) filões básicos
d) Sistema Karroo
c) filões quartzo-brechóides
b) granitos
a) gabro-dioritos

Para o Karroo, é proposta a seguinte divisão estratigráfica, da base para o topo:

Série tilítica - Tilitos vermelhos, cinzentos, com calhaus angulosos de quartzo, quartzitos e grés, aglomerados por cimento fino, duro, argilo-silicoso, intercalados com argilitos-xistos e grés finos.

Série carbonífera - Tilitos se sucedem em contato direto com argilitos negros, contendo carvão, os quais caracterizam a Série Carbonífera. Aparecem também grés de diversos tipos, com espessuras variáveis, médios e finos, com estratificação cruzada. Ainda, grés grosseiros, arcósicos, até conglomeráticos.

Série das grés de cobertura - Grés arcósico, médio ou grosseiro, com estratificação pouco nítida, cinzentos ou esbranquiçados, e grés mais finos, bem estratificados, acastanhados ou avermelhados.

A sucessão típica das rochas do Karroo aparece no leito do rio Vuzi, onde também ocorrem as melhores exposições de carvão.

Sugere-se a possibilidade de sinclinal para as rochas do Karroo, com o eixo na direção do leito do rio Zambeze.

Registram-se afloramentos de carvão em todos os rios da área, salvo no Mangoé. No rio Vúzi acredita-se que afloram 4 a 6 camadas distintas de carvão. Tratam-se, na verdade, de leitos e finas camadas de carvão (espessura 1 m), separadas por níveis argilosos de mesma espessura.

Apresentam-se os resultados de análises de carvão, destacando-se os resultados das análises do rio Vúzi:

- a umidade é baixa, entre 2,5 e 3,0%;
- o teor de cinzas é elevado, oscilando entre 20 e 25%, em 2 casos é inferior a 15% e, em poucos casos, superior a 30%;

- o teor de matérias voláteis, entre 25 e 30%, é normal numa hulha;
- o carbono fixo é um pouco baixo, devido ao elevado teor de cinzas, sendo em média pouco inferior a 50%;
- o enxofre combustível também é baixo, não atingindo em nenhuma amostra 2%, o que é uma boa característica do carvão;
- o poder calorífico superior é fraco, oscilando entre 3.840 Kcal/kg e 7.080 Kcal/kg, passando para 6.090 a 8.160 Kcal/kg quando referido ao carvão puro.

Há também resultados de análises químicas (óxidos) das cinzas, mostrando que sua composição é essencialmente silicosa (58%) e aluminosa (19%).

CARVALHO, L.H.B. de (1961) - Relatório da Campanha de 1960. Grupo nº 3 Missão de Fomento e Povoamento do Zambeze. Brigada de Geologia e Prosp. Mineira Lisboa, Anexo, vol. III, 38 p. Inédito. Contém mapas, secções, fotografias.

Continuação do mapeamento geológico (1:40.000) iniciado no ano anterior (1959), pelo Grupo nº 3 e, que cobre inteiramente a atual área do Programa Mucanha-Vuzi (CPRM/URSS).

Algumas modificações são feitas em relação ao mapeamento anterior, resultando na seguinte divisão estratigráfica:

c) Formações Recentes: m) aluviões atuais
l) tufos calcários e silicosos
k) depósitos pós-Karroo

b) Formações Intermediárias: j) diques básicos
i) brechas vulcânicas carbonatadas
h) Sistema Karroo
g) sedimentos ante-Karroo
f) filões quartzo-brechóides

c) Formações Antigas: granitos, gabro-dioritos, serpentinitos e rochas metamórficas da Série

Fingoè

O Sistema Karroo está assim dividido:

Série Superior - grés vermelhos, superiores
- margas e grés fossilíferos

Série Carbonífera - grés de cobertura (grande espessura)
- camadas carboníferas, associadas com argilitos e grés finos a médios

Série de Base - camadas de transição
- tilóides (vermelhos e cinzentos), sem origem glacial comprovada

O principal objetivo consistiu em estudar as ocorrências de carvão detectadas na campanha anterior (Carvalho,1960). Foram assinaladas camadas de carvão nos rios Mucanha (2), Massinduè(6), Bohozi (3), Vúzi (6), Mucangádzi (6) e Mucanha. Dos rios compreendidos dentro da área da CPRM, destacam-se:

Rio Bohozi: 3 camadas interessantes

B-I - Conjunto de leitos de carvão com espessura de 0,95m;
- os teores de cinzas são variáveis;

B-II - leitos de carvão muito delgados para serem aproveitados isoladamente e com argilitos demasiadamente espessos entre eles;

B-III - leitos de carvão estreitos e muito afastados uns dos outros;
- teores de cinzas elevados e de matérias voláteis razoáveis;

Rio Vúzi

V-II - uma camada de 1,05 m; as demais são delgadas;
- teores de cinzas elevados;

V-V - teores de cinzas mais baixos e matérias voláteis - mais altos do que os da camada anterior;

No rio Vúzi, 6 dos 17 leitos de carvão possuem teores de cinzas menores que 20%. O leito mais importante tem 1,40 m de espessura, com um estéril intercalado de 0,10 m.

Conclusões: "Os levantamentos geológicos de detalhe de cada camada e o resultado das análises decepcionam quem tenha visto de relance os afloramentos ao longo de alguns rios (Mucanha e Bo

hozi). A maior parte é constituída por leitos de carvão quase sempre delgados e de teor de cinzas elevados, separados por leitos de argilitos negros com espessuras da mesma ordem de grandeza".As camadas de carvão são constituídas por leitos de hulha, regra geral com espessuras insuficientes para poderem ser desmontados isoladamente numa futura exploração. A qualidade de hulha varia duns leitos para outros, mas é geralmente medíocre; o teor de cinzas é elevado, a maior parte das vezes superior a 20%".

CARVALHO, L.H.B. de (1969) - Nascentes Termais de Carinde. Rev.Ciência. Geológicas. Lourenço Marques, Vol. 2, Série A, p.9-45. Mapas, fotografias.

Estudo das nascentes termais do Carinde (Província de Tête), localizadas ao norte do rio Zambeze, entre os seus afluentes Mucongádzi e Bohozi. Associam-se ao vulcanismo carbonatítico, provavelmente de idade terciária, relacionado com reativações dos falhamentos de "rift" do curso médio do rio Zambeze.

Descrição da geologia regional e apresentação de mapa geológico (1:250.000) da região norte do rio Zambeze, na qual inclui-se a área destinada à CPRM para a pesquisa de carvão.

Simplificadamente, as unidades geológicas da região podem ser divididas em dois grupos: as rochas cristalinas pré-câmbricas e as formações do Karroo. Na porção compreendida por essas últimas aparecem também sedimentos, provavelmente terciários, e os carbonatitos.

Para o autor, a intensa tectônica, associada aos falhamentos de "rift", são anteriores ao Karroo, tendo em vista que seus sedimentos preenchem a depressão tectônica originada pelo "rift". Como o Karroo acha-se também afetado por essas falhas, é indubitável que houve reativações das mesmas até o Cretáceo.

CARVALHO, L.H.B. de (1977) - Formações vulcânicas de Carinde, (Tête-Moçambique), Dissertação apresentada ao Inst. Superior Técn. para obtenção do grau

de doutor em Ciências de Engenharia. Vila Real, Portugal, 213 p. Contém mapas, fotografias e secções.

Tese resultante de trabalhos de campo realizados entre 1959 e 1967, na região de Carinde, (Província de Tête) e de estudos de laboratório, executados no Laboratório de Mineralogia e Geologia da Universidade de Lourenço Marques.

A divisão litoestratigrafica para o Sistema Karroo, embora local, é de fundamental interesse para o trabalho da CPRM na região do Vúzi-Bohozi, sendo a seguinte:

Karroo Vulcânico	Karroo Superior (k^3)	
	Karroo Médio (K^2)	
Karroo Sedimentar	Karroo Inferior	Grés de Cobertura "Série Carbonífera Depósito tilóides

O Karroo Inferior corresponde provavelmente às séries Dwyka e Ecca inferior da estratigrafia-tipo; o Karroo Médio ao Ecca superior, ao Beaufort e à base do Stormberg; o Karroo Superior, à série de Stormberg.

Os depósitos tilóides da base (conglomerado-brecha) aparecem nos rios Vúzi (20 m espessura), Bohozi, Massinduê e Mucanha. No rio Vúzi, são vermelhos e cinzentos, assentando em discordância sobre o granodiorito verde, e constituídos de calhaus subangulares a angulosos (até 15 cm), das mais variadas composições, em matriz siltosa, avermelhada. Não apresentam estriações ou canelures que indiquem origem glacial. São possivelmente depósitos de vertentes e de cones de dejecção, que naturalmente se formaram na base de escarpas.

No corte do rio Vúzi, concordantemente sobre os depósitos tilóides, assenta uma sucessão de argilo-siltitos e grés de diversos tipos, que gradam para o topo em camadas de argilitos negros com leitos de carvão. O argilito negro com carvão e o grés fino - "grés de Mucangádzi" - são característicos da "Série Carbonífera".

O grés de Cobertura recobre a "Série Carbonífera" e está representado por espessas camadas arcósicas grosseiras, semelhantes às intercalações grosseiras das camadas anteriores, mas sem leitos carbonosos.

A espessura total do Karroo Inferior, no rio Vúzi, deve ser da ordem de 300 ou 400m, mas parece não estar completa, em razão dos truncamentos devidos aos falhamentos.

O Karroo Médio, caracterizado por argilitos, margas, grés fossilíferos e grés argilosos, não aflora a leste do Vúzi. A oeste, aparece na bacia dos Pitões e no rio Mucangádzi.

O Karroo Superior, destacadamente presente entre os rios Vúzi e Mucanha, é constituído por espessas camadas de grés arcósicos, médios a grosseiros, lembrando "argamassa de cal-e-areia."

As formações vulcânicas, posteriores ao Karroo sedimentar, são de 3 tipos: basaltos (mantos que recobrem os grés do Karroo superior), riolitos (sob a forma de brechas, chaminés e lavas, como no monte Matêmoè) e carbonatitos (possivelmente cretácicos ou terciários, pós-Karroo).

A maior parte do trabalho é dedicada às formações vulcânicas, englobando basaltos e rochas afins, carbonatitos (Mte. Nego - za), vulcanitos ácidos, piroclásticas (Mte. Matêmoè) e chaminés - de brechas.

COLIN, L.L. (1951) - Investigações sobre as possibilidades econômicas dos carvões do Moatize - Lab. de Metalurgia, Dir. dos Ser. Geol. Minas. Prov. Moçambique. Rel. nº 7/50, 16p. Inédito.

Estudo dos carvões de Moatize (Tête), especialmente das camadas André e Chipanga, visando aumentar a produção das minas.

A investigação, essencialmente de laboratório, permitiu chegar às seguintes conclusões:

1 - o carvão da camada André é pobre, não oferecendo garantias de exploração econômica;

2 - a lavagem deste carvão resultará em perdas demasiadamente grandes que não compensarão as despesas;

3 - o carvão da camada Chipanga é de melhor qualidade, mas não é de primeira categoria, o que torna essencial o processo de lavagem;

4 - depois de tratado, o carvão de Chipanga pode satisfazer todas as especificações dos consumidores da Colonia.

As análises de laboratório evidenciam as seguintes características:

	André	Chipanga
Teor de cinzas (%)	25-35	22-25
Cinzas a 1200° C	fusíveis	infusíveis
Recup. pela lavagem à 1,5	41,7%	81,0%
Poder aglutinante	alta	baixa
Resistência	fraca	fraca
Uso p/fabrico de gás	pobre	pobre
Uso p/fabrico de coque	bom	bom
Prod. de vapor em caldeiras	pobre	médio

COMPANHIA CARBONÍFERA DE MOÇAMBIQUE, S.A.R.L. (1961) - Relatório Final - Vol. 2, texto, 46 p., Vol.2, documentos, Inédito.

Apresenta os estudos abaixo relacionados:

- estudo geológico e mineiro da área coberta pela licença de exclusividade de pesquisa de carvão da Cia. Carbonífera de Moçambique;
- possibilidades de técnicas novas para a preparação do carvão;
- resultados obtidos em testes de fracionamento e de lavagem de amostras de carvão de Moatize;
- lavagem dos carvões de Moatize.

O estudo geológico e mineiro refere-se à natureza, reservas e possibilidades de lavagem do carvão da área de concessão da Cia. Carbonífera de Moçambique. Foi elaborado por Fernando Real e apresentado separadamente por esse autor em 1963.

DRYSDALL, A.R. (1967) - The Karroo System in Northern Rhodesia. Correlation and Sedimentation. Northern Rhod. - Geol. Survey. Occasional Paper, nº 32, p. 138 - 142.

Considerações sobre a correlação provável que existe entre a sucessão Karroo no vale médio do Zambeze, vale do Luano e no vale superior do Luangwa, de uma parte, e a sucessão Karroo da Niassalândia Setentional e do Ruhuhu, de outra parte.

A correlação baseia-se principalmente em dados litológicos, em fósseis, que são relativamente raros, e na sucessão estudada em detalhe nos vales do Luangwa e do Ruhuhu. Estas sucessões são em parte concordantes. O Beaufort Superior está definitivamente presente, o mesmo não acontecendo com o Beaufort Médio.

Ainda, baseado em dados litológicos, demonstra-se que as formações que se ligam ao escarpamento "grit" do vale do Zambeze são de idade Beaufort, não Stormberg.

Descrição das condições de sedimentação, destacando o ciclo climático, marcadamente transicional, desde os sedimentos transportados por geleiras (Dwyka) às areias eólicas (Stormberg).

FATTI, J.L. (1972) - The influence of dolerite sheets on reflection seismic profiling in the Karroo Basin. In Trans. Geol. Soc. South Afr. Vol. 75, part 2, p. 71-74.

Uma considerável soma de trabalhos de sísmica de reflexão foram executados na bacia do Karroo (África do Sul), no período de 1966 a 1969, objetivando mapear as estruturas das rochas do Sistema Karroo e do Sistema Cape subjacente.

Os resultados são em geral bons, podendo ser considerados excelentes as reflexões obtidas a partir dos "sheets" de doleritos. Na parte sedimentar, os mais consistentes horizontes refletidos foram o "white band" (topo da Série Dwyka) e a base do Sistema Cape. As reflexões mais fracas são obtidas na Série Ecca.

O método é usado principalmente para detectar "sheets" de doleritos, tendo em vista que áreas do Karroo com intrusões doleríticas apresentam carvões mais pobres qualitativamente que níveis sem doleritos.

São descritas várias experiências e os resultados obtidos para se obter técnicas geofísicas convincentes para as áreas com intrusões doleríticas.

GABINETE DO PLANO DO ZAMBEZE - (1974) - Ocorrência de Carvão no vale do Zambeze - Moçambique. GPZ. Vol. I. - 42 p. Vol. II. mapas e diagramas de furos. Inédito.

Trabalhos geológico-mineiros já realizados e programas a curto prazo, com vistas a exploração de carvão.

As ocorrências de carvão referem-se a 3 bacias individualizadas: Chicôa-Mecúcoè, Sanângoè-Mefidezi e Moatize-Minjova.

O Sistema Karroo das bacias Chicôa-Mecúcoè e Moatize-Minjova são semelhantes. Está constituído principalmente por depósitos continentais, sendo o contato de suas rochas com as formações do Precâmbrico geralmente por falhas.

O Karroo Inferior e Médio estão constituídos pelas séries Tilítica, Produtiva e Superior. A Série Produtiva assenta sobre os depósitos glaciais ou flúvio-glaciais da Série Tilítica e está constituída de grés finos a grosseiros, com leitos irregulares de de pequenos calhaus, grés arcósicos e carbonosos, pelitos, xistos argilosos e carbonosos, às vezes piritosos, e leitos de carvão interestratificados. A Série Superior apresenta essencialmente margas e grés fossilíferos, grés argilosos finos, argilitos esverdea

dos e grés grosseiros com cimento carbonático.

Os sedimentos do Karroo afloram sobretudo na margem norte do Zambeze e os seus estratos inclinam-se geralmente para o sul, em ângulos que raramente atingem 12°.

Os leitos de carvão agrupam-se em conjuntos carbonosos, alguns com espessuras excepcionais, como a revelada pela sondagem no leito do rio Bohozi que alcançou 11 m. O maior número de afloramentos de carvão situa-se nos leitos dos rios, nas proximidades do contato com o embasamento cristalino.

Na região do Mucanha-Vúzi, os conjuntos carbonosos são melhor definidos, a tectônica é menos intensa e os filões intrusivos são mais raros que na região de Moatize. A região do rio Bohozi sugere a hipótese de dobras com ampla curvatura e eixos orientados E-W.

Foram executadas 12 sondagens na bacia de Chicôa-Mecúcoè, totalizando 3.336 m; destas, 3 sondagens na região do rio Vuzi e 1, no rio Bohozi.

A evolução dos conhecimentos geológicos permite determinar secções e leitos de carvão de explorabilidade assegurada e estabelecer estimativas de reservas prováveis e possíveis.

Secção	Reservas Prováveis (t)	Reservas Possíveis(t)
Vúzi	70.000.000	195.000.000
Bohozi	150.000.000	285.000.000

O carvão da bacia de Chicôa-Mecúcoè foi classificado como hulha gorda, segundo Gothan, e hulha gorda de chama longa, na classificação de Segray.

O carvão do Mucanha-Vúzi poderia vir a seguir o mesmo processo de mineração e beneficiamento que o de Moatize, observando-se para essa região: camadas de carvão mais espessas e menos compartimentadas, mergulhos menos pronunciados, sendo que as infiltrações derivadas da albufeira de Cahora Bassa são consideradas de importância secundária. Ainda: as sondagens no rio Bohozi indicam explorabilidade assegurada e perspectivas animadoras de

carvão para coque.

As conclusões são as seguintes: execução a curto prazo de pesquisas conclusivas; programas de exploração em larga escala; carvão beneficiado para coque metalúrgico ou levando em conta solicitações do mercado externo e interno; uso de meios de extração de carvão de grande rendimento; não oneração dos custos com trabalhos de impermeabilização da albufeira de Cahora-Bassa;exportação de 8 milhões de toneladas/ano de carvão para coque; transporte via fluvial.

GODINHO, I. (1970) - Panorama Geológico-Mineiro da Bacia do Zambeze (Moçambique). Gabinete do Plano do Zambeze. Lourenço Marques, 10 p. Inédito (referência 983 DNG).

Na bacia do rio Zambeze, destacam-se as jazidas de carvão' de ferro, de ferro titanato com vanádio, de fluorita, de cobre e de manganês e as ocorrências de níquel, cromo, magnesita, asbestos, ouro, grafite, minerais radioativos, berilo, galena e columbita.

Quanto à importância relativa dessas mineralizações e considerando a extensão territorial das unidades geológicas que as contém, conclui-se que o complexo gabro-anortosítico de Tête, as formações eruptivas do Mesozóico, o Sistema Karroo e o Sistema Fíngoè, poderão vir a desempenhar papel preponderante na potencialidade mineira do Vale do Zambeze.

GODINHO, I. (1980) - A área carbonífera do Mucangádzi. Estado actual de conhecimentos. GSECHI. Maputo, 24 p. Inédito. Contém mapa e tabela.

A área carbonífera de Mucangádzi (com cerca de 400 km²) situa-se entre os rios Vúzi e Mecúcoè, como parte da bacia de Chicôa-Mecúcoè, a oeste da área destinada à CPRM para pesquisa de carvão.

As rochas do Karroo têm continuidade física para sul e pa

ra leste, contatando-se bruscamente com as rochas cristalinas do Precâmbrico para o norte e oeste.

Domina na área um largo sinclinal aberto, com eixo NW-SE - mergulhando para SE, donominado "Sinclinal do Vúzi".

O Karroo Inferior tem uma espessura total de 300 a 400 m no Vúzi, e 110 m, no Mucangádzi. Aflora no leito do rio Vúzi com 20 m de espessura, discordantemente sobre o "Soco Antigo". Pode tratar-se de depósitos de vertentes e de cones de dejeção.

A "Série" Carbonífera corresponde litologicamente à"Série" Produtiva de Moatize. Está constituída de camadas de argilitos negros e leitos de carvão, alternando-se com camadas de grés fino ("grés de Mucangádzi", Real, 1966). Sobre a "Série"Carbonífera assenta o grés de Cobertura, constituída por espessas camadas de arcósios grosseiros.

O Karroo Médio caracteriza-se pela presença de argilitos, margas e grés fossilíferos nos seus estratos inferiores e grés argilosos, às vezes vermelhos, com troncos silicificados, no topo.

A base do Karroo Superior inicia-se por grés arcósicos de cimento calcífero, passando para grés pouco coerentes, com níveis conglomeráticos, recobertos por arcósicos fortemente consolidados.

Descreve-se ainda as formações de idade duvidosa, como o "grés de Chanda", e as formações pós-Karroo.

Apresentam-se os resultados de análises de carvão de amostras provenientes de afloramentos dos rios Mucangádzi e Vúzi, já referidos por Carvalho (1961).

Os dados disponíveis (trincheiras e uma sondagem a oeste do rio Vúzi) são insuficientes para se proceder a uma avaliação das reservas de carvão.

A área carbonífera do Mucangádzi apresenta perspectivas de camadas industriais de carvão suscetíveis, em grande parte, de exploração a céu aberto. A maior parte dessa área situa-se completamente fora da influência hídrica da albufeira de Cahora Bassa.

GODINHO, I. & SALAZKINE, E. (1980) - Nota preliminar sobre o teor de germânio nos carvões de Moçambique. GSECHI Maputo, 16 p. Inédito. Contém tabelas, "log" e mapa.

Análises do teor de germânio, realizadas em 1976 pelo prof. Correia Neves, de amostras coletadas por Brito de Carvalho em 1959 e 1960, revelaram teores em geral muito elevados desse elemento. As amostras são provenientes de afloramentos de carvão localizados nos leitos dos rios Mucangádzi, Vúzi, Bohozi, Massinduê, Mucanha e Luângua, à margem esquerda do rio Zambeze.

As amostras T_1-2 e T_1-3 de carvões do rio Bohozi apresentaram teores de germânio de 23,45 e 223,90 ppm, respectivamente. Em carvões do rio Vúzi obteve-se valores de germânio de 100,00ppm (T_4-4), 95,50 ppm (T_4-5) e 42,66 ppm (T_2-4).

Apresentam-se também resultados das análises de germânio dos carvões das bacias de Moatize e Maniamba.

Discutem-se os problemas de amostragem e a falta de um trabalho estatístico aliados a parâmetros geológicos, suspeitando que os elevados teores de germânio se devam à prévia concentração do material amostrado. Conclue-se entretanto, que os valores obtidos de germânio, ainda que preliminares, são merecedores de uma atenção especial voltada à problemática do germânio nos carvões de Moçambique.

GODINHO, I. & SALAZKINE, E. (1981) - Projeto de Carvão de Mucanha -Vuzi. Complemento da Prospecção e Pesquisa Preliminar das Jazidas de Carvão da área do Mucanha-Vúzi. Programa de trabalhos (1981-1982). Maputo, 9 p., Datilografado. Contém mapa, tabelas e figuras.

Estuda-se a área carbonífera do Mucanha-Vúzi com vistas à pesquisa de carvão.

A Série Produtiva nesta área tem cerca de 200 a 280 m de

espessura e contém até 6 camadas de carvão, das quais duas possuem 10 e 15 m de possança. Na verdade, são intercalações de leitos de carvão (0,5 a 2,5 m) com argilitos e pelitos. Mergulham para sul e sudeste (5 a 15°). As encaixantes são grés, grés argilosos, argilitos, siltitos e, raramente, conglomerados e arcósios.

Os filões doleríticos são raros e de pequenas dimensões.

Referem-se às sondagens realizadas (em número de 9), aos resultados das análises de carvão e aos ensaios de coqueificação com amostras de superfície.

Consideram o carvão do Mucanha-Vúzi como promissor para produção de coque e de qualidade igual ou superior ao carvão da camada da Chipanga de Moatize.

As reservas prováveis são de 1×10^9 t e as possíveis de 2×10^9 t. Cerca de 50% dessas reservas estão acima da zona de inundação da albufeira.

Nenhum estudo hidrogeológico foi realizado para verificar a influência das águas da albufeira nas camadas abaixo da zona de inundação, com vistas à exploração subterrânea.

Concluem, apresentando a metodologia proposta para prospecção de carvão e hidrogeologia, recomendações, recursos materiais e humanos necessários e cronograma de atividades.

GONZE, J. (1971) - Étude des Possibilités de Lavage des Charbons de Moatize. Essais executés aux Charbonuages de Mouceau - Fontaine. Cia. Carbonífera de Moçambique. Tête, 29 p. Inédito. Anexos.

Estudo sobre a lavagem do carvão de Moatize e, em particular, a porção inferior da Camada Chipanga, visando a possibilidade de produzir carvões finos para coque.

São apresentados resultados de ensaios de laboratório do carvão bruto, do intervalo granulométrico 0-11mm, e o rendimento teórico que se obterá com a lavagem, a par dos resultados da moagem progressiva do material bruto maior que 11 m e o consequente aumento de finos possíveis de serem lavados com bom rendimento.

O intervalo 0-11 mm, representando 50% aproximadamente do peso do carvão bruto, poderá atingir um rendimento de 36% de carvão lavado, suscetível de ser vendido como finos para coque. Dentro desse intervalo, a lavagem poderá produzir carvões finos, com 10% de cinzas, sem nenhum problema. Já o intervalo maior que 11mm não se presta a uma lavagem, sendo possível, entretanto,obter- se produtos com 20% de cinzas, a porção restante com 40% de cinzas , sendo o rendimento real da ordem de 80%. Este material maior que 11 mm deverá ser submetido a moagem progressiva,visando aumentar a quantidade de finos lavados 0-5 mm, possível de retirar do carvão bruto, com 10% de cinzas.

HAUGHTON, S.H. (1970) - The Gondwana (Karroo)System in Southern Africa. I.U.G.S. - In Symposium on Gondwana, África do Sul, p. 49-54.

Estudos sistemáticos de campo realizados na África do Sul desde o início deste século mostram que a mais completa sequência de rocha do Sistema Karroo está desenvolvida na Bacia do Grande Karroo, a qual ocupa extensa área nas províncias de Cape,Natal, Orange, Lesotho e a parte sul do Transvaal.

A sucessão começa com o tilito glacial Dwyka e termina com os produtos do vulcanismo denominado de Lavras Drakensberg (Série Stormberg). A sequência sedimentar está constituída de rochas argilosas e grés, com intercalações rudáceas. Rochas calcárias são raras.

A maior parte dos sedimentos e das lavas da Bacia do Grande Karroo não são perturbados tectonicamente, a não ser localmente. A sul, contudo, eles têm sido submetidos a processos de dobramentos, os quais atingem as rochas do Dwyka, Ecca e parte do Beaufort. A leste, os sedimentos e as lavas foram afetados pelo monoclinal denominado de Natal, o qual está acompanhado normalmente por intrusões ácidas localizadas.

Movimentos verticais afetando lavas e/ou sedimentos de idade Karroo têm sido localizados na região do Médio Zambeze-Luangwa

da Rodésia e da Zâmbia. A preservação dos sedimentos Karroo, a norte do Malawi e a sudoeste da Tanzânia, é também, em parte, resultado dos falhamentos verticais.

A quase completa ausência de sedimentos marinhos fossilíferos em toda sucessão Karroo tem impedido uma correlação de idade mais precisa com as unidades-padrão da sequência européia. Moluscos (Eurydesma, Perusvispira) encontrados em sedimentos do Dwyka-Ecca têm sugerido uma idade permiana inferior para essas rochas, enquanto uma planta (Leptphloem), identificada em um xisto intercalado em tilitos indica uma idade devoniana superior ou carbonífera inferior.

Determinações de K-Ar efetuadas em amostras de intrusões doleríticas têm revelado idades entre 190 a 150 m.a. (Triássico Superior a Jurássico Médio). Datações com Rb-Sr revelam idades de 204 (± 14) m.a. para riolitos e granófiros do Monoclinal de Lebombo.

HODGSON, R.C. (1974) - Empreitada de Sondagens de Pesquisa Geológica na bacia carbonífera de Mucanha-Vúzi (Moçambique). Relatórios dos trabalhos executados In: GPZ, 18 p. Inédito. Contém tabelas e "logs".

Histórico dos serviços desde a assinatura do contrato até os resultados obtidos, descrevendo as dificuldades e modos de superá-las, trabalhos de apoio e de sondagens realizados, acondicionamento de amostras e ensaios de permeabilidade efetuados em um furo de sonda (A_2).

Foram realizados 9 furos de sonda, com as coordenadas e as cotas dos furos com valores aproximados, totalizando 1.359,27 m perfurados e 1.163,81 m recuperados. Quatro destes furos situam-se na área dos rios Vúzi-Bohozi: A_1, A_2 e A_3, rio Vúzi e C_3, rio Bohozi. Não foram feitas descrições litológicas detalhadas e a elevada permeabilidade foi atribuída ao fraturamento das rochas atravessadas.

Os principais resultados das sondagens na área dos rios Vúzi-Bohozi são os seguintes:

A_1: esta sondagem cortou 115 m de sedimentos, sem interceptar nenhuma camada de carvão. Acredita-se que a Série Produtiva esteja a uma profundidade superior a 115 m ou que a zona atravessada pela sondagem corresponda a um falhamento;

A_2: com uma profundidade final de 250 m, cortou várias camadas delgadas e isoladas de carvão. Dois conjuntos carbonosos com notáveis leitos de carvão individualizados, foram interceptados nos intervalos 13-25 m e 66-77 m;

A_3: com 211 m de profundidade, interceptou 3 conjuntos carbonosos com leitos de carvão individualizados, destacando-se o intervalo entre 63 e 72 m;

C_3: esta sondagem cortou 269,77 m de sedimentos, interceptando várias camadas delgadas e isoladas de carvão. Cortou também dois conjuntos carbonosos, destacando-se o situado entre 80 e 94 m de profundidade.

HUMPHREYS, M.& CHAPPELL, J. (1970) - Glacial Sedimentation in the Lower Karroo, Mid. Zambezi Valley, Rhodesia I. U.G.S. In Symposium on Gondwana, África do Sul, p. 501-509.

Na parte norte e ocidental da Rodésia afloram sedimentos glaciais da Série Dwyka, do Karroo Inferior, sob a forma de tilitos, grés e conglomerados flúvio-glaciais, varvitos e argilitos. Tais sedimentos apresentam as seguintes evidências de origem glacial:

(a) sedimentos conglomeráticos mal classificados, interpretados como tilitos;

(b) blocos erráticos transportados a distâncias da ordem de 100 milhas;

(c) clásticos facetados, ásperos, com ocasionais caneluras e estriações;

(d) proporção extremamente alta de matriz em relação aos grãos detritais;
(e) sedimentos varvíticos argilosos com seixos "pingados";
(f) associação com calhaus e conglomerados fluviais;
(g) acentuada variação lateral litológica e de espessura;
(h) ausência de intemperismo nas rochas sob os depósitos glaciais do Grupo Sijarira, a despeito de um intervalo de várias centenas de milhões de anos, interpretado como resultado da erosão por abrasão do gelo;
(i) presença de fendas de descongelamento ("freeze-thaw) e de diques de areia;
(j) presença da flora Glossopteris e Gangamopteris, a qual é geralmente considerada como representante de clima frio.

JACOBSEN, J.B. E. & T.S. McCARTHY (1975) - Possible late Karroo Carbonatite and Basalt Instrusions at Messina, Transvaal. In Trans. Geol. Soc. South Afr. Vol. 78, part. 1, p. 153-159.

Descrição de um complexo ígneo de forma oval, recentemente descoberto em mapeamento geológico na área de Messina.

Consiste de uma chaminé de olivina-basalto,brechada, e cortada por veios carbonáticos. Os carbonatos aparecem na forma de dolomita e calcita, com variedades de fluídos dolimíticos e sideríticos, contendo ainda ortoclásio e quartzo.

Um extenso metassomatismo sódico é observado radialmente a partir do centro ígneo e a alteração metassomática do olivina-basalto é bem desenvolvida. A composição química das rochas carbonáticas bandeadas sugere a formação de um carbonatito.

LAPIERRE, M.E. (1881) (?) Note sur le bassin houillér de Tete(Région du Zambèze) p. 585-593.

Expedição realizada em 1881, desembarcada em Quelimane, e que atingiu Tête, centro do principal jazimento carbonífero já naquela época.

As observações foram feitas ao longo do rio Zambeze e referem-se aos terrenos carboníferos do rio Chire e de Chicôa como possíveis bacias independentes, tendo Tête como centro.

Descrevem-se também a bacia compreendida entre o Rovugo, Moatize e o Muarazi. As litologias dominantes nos terrenos carbonosos são grés, xistos e camadas de carvão, em geral pouco inclinadas com mergulhos variando entre 10° e 12°. As camadas de carvão variam de espessura, desde 30 a 40 cm até 12 e 14 m, sendo as camadas de Moatize consideradas mais importantes que as de Muarazi.

Conclui-se que seria muito interessante saber quais as relações existentes entre as camadas de Moatize e as de Muarazi e que as observações feitas comprovam a riqueza da bacia carbonífera de Tête, embora tenha-se percorrido apenas uma pequena parte.

LIMEX LTDA./KOMBINAT GEOLOGISCHE FORSCHUNG UND ERKINDUNG HALLE - (1981) - Pesquisas geológicas 1979-81 na Bacia Carbonífera de Moatize. Rel. Final, 4 vol. Texto, 224 p, tabelas e fig. Anexos I,II e III,mapas, "logs", tabelas e perfis.

Resultados das pesquisas geológicas realizadas de 1979 a 1981 em zonas determinadas da bacia carbonífera de Moatize, principalmente na Camada Chipanga e, secundariamente, na Camada Sousa Pinto.

Os estudos visavam também conhecer as condições de extração subterrânea e a céu aberto da Camada Chipanga.

No que tange à geologia, convém destacar alguns aspectos de natureza estrutural, tais como:

- os planos de falhas nos sedimentos tem inclinação de 54-63°;
- os rejeitos de 10-25 m são frequentes; a experiência nas minas mostra que as falhas aparecem de 100 a 100 m;
- inclinação das falhas não são sempre para o mesmo quadrante e as direções das falhas principais são paralelas e perpendiculares às das falhas limites com o embasamento

cristalino:

- material milonitizado não é comum em falhas nos sedimentos;
- os jazigos de carvão do "graben" de Moatize são de difícil compreensão, por causa da divisão tectônica em pequenos blocos, variando a posição dos estratos principais e com superposição das direções tectônicas.

Um dado interessante refere-se à extensão da zona da coqueificação a partir da distância dos diques e "sills" de doleritos, no que tange o aproveitamento do carvão como matéria prima:

- dique vertical: 1 a 2 vezes a espessura do dique;
- "sill": 1,5 vezes a espessura do "sill", quando acima; e 3 vezes, quando abaixo.

Os valores de germânio nos carvões são inferiores a 6 ppm e, na maioria dos casos, inferiores a 3 ppm.

Em áreas com possibilidades de mineração a céu aberto realizam-se pesquisas tecno-geológicas, referentes à documentação e correlação de estratos, dados de profundidade, reservas e qualidade do carvão, bem como à tectônica e aos diques e soleiras de doleritos.

LKAB INTERNATIONAL AB (1981) - Report on the phase I coal exploration program in areas east of Moatize, Province of Tête. The People's Republic of Mozambique. Stockholm. Sweden. Vol. 1, 50p., Texto, V. 2, mapas geológicos e geofísicos. Inédito.

Fase I do programa realizado na área entre Moatize e a fronteira de Moçambique com o Malawi, no período de setembro a dezembro de 1980.

O objetivo principal foi estabelecer um esboço dos conhecimentos, indicando camadas de carvão com potencialidade econômica, visando traçar metas para a fase II. Consistiu de um estudo de campo inicial, consulta bibliográfica, fotointerpertação geológica e um programa de mapeamento geológico e geofísico (densidade, gravimetria e magnetometria).

A área total foi dividida em 4 porções: A,B,C e D. Os resultados do programa da fase I, na área A, foram negativos, uma vez que não foram descobertas camadas de carvão econômicas (tipo Moatize). Conclui-se que a Série Produtiva não está presente nesta área, com base em resultados geofísicos, considerações tectônico-estruturais e por correlação com áreas adjacentes. Há indicações entretanto, que a série Produtiva esteja presente no rio Muarazi, a este de Calambo.

Na fase II as atividades exploratórias serão concentradas nas áreas dos rios Muarazi e Metessimbo, através de estudos geológicos, geofísicos e posterior sondagem.

A área do rio Muarazi (D) tem pelo menos 3 horizontes carbonosos (um com 13 m de espessura), contendo leitos de carvão no máximo 0,20 m de espessura em um intervalo de 50 m.

As áreas B (Monte Salambidwe) e C (rio Ncondezi) não foram investigadas em detalhe.

LKAB INTERNATIONAL AB (1981) - Report of the phase II coal exploration program in areas east and north of Moatize, Province of Tête. The People's Republic of Mozambique. Stockholm, Sweden. Vol. 1,47 p. texto,Vol.2, mapas e "logs". Inédito.

A área estudada pertence a Bacia do Zambeze e contém aproximadamente 1200 km² de sedimentos Karroo com possibilidades de carvão, divididos em 4 áreas (A,B,C e D) para investigação.

Não foram encontrados tilitos típicos em toda área. Apenas conglomerados basais, cujas características de baixo conteúdo de matriz em alguns, a presença de estratificação em outros e a natureza arredondada dos calhaus e seixos são evidências de que não são tilitos.

A série Beaufort não tem sedimentos correlacionáveis na área, enquanto que os equivalentes das séries Matinde e Produtiva (Ecca) foram observados, mas, para evitar correlações errôneas, foram chamados, respectivamente, de sequência carbonosa superior

e sequência carbonosa inferior.

A sequência carbonosa superior apresenta uma alternância monótona de grés arcósicos, grés "flaggy" médio a fino, siltitos cinzentos e argilitos com pelo menos, dois horizontes carbonosos contendo leitos de carvão. Tem, pelo menos 600 m de espessura.

A sequência inferior refere-se aos 100-200 m de sedimentos assentados sobre um conglomerado basal (Área A). Apresenta argilitos carbonosos ou não, siltitos e pelitos, 30 a 40 m de grés arcósico (às vezes ausente) e 3 a 4 camadas de carvão (3-35 m de espessura).

A sedimentação Karroo iniciou-se em bacias normais, posteriormente controladas por falhamentos ("rifting" do Karroo) .que originaram uma série de blocos em escada, com "horsts" e"grabens" pequenos. Os deslocamentos são verticais e variam desde pouco centímetros até 400 m (dois casos de 100 m), como mostram os perfis geofísicos.

São comuns os diques doleríticos encaixados em falhas, indicativos de uma tectônica de tensão. Os movimentos de "rift" produziram ainda leves dobramentos, com os eixos das dobras sub-paralelas às falhas associadas.

O mergulho das camadas de Karroo varia de 0 a 10°, raramente excedendo a 25°.

Apresenta-se uma descrição detalhada por área, abrangendo a estratigrafia resultante das sondagens e/ou observações de campo, relações de contato, correlações entre as camadas de carvão, interpretações dos perfis geofísicos, estruturais e ambientais. Apresenta ainda 2 tabelas com dados das camadas de carvão cortadas pelas sondagens DH001 e DH002 e 1 tabela com os resultados das análises preliminares de 4 camadas de carvão bruto e suas curvas de lavabilidade.

Em resumo, os resultados das análises mostram que as camadas de carvão têm um conteúdo de voláteis em torno de 40%, exceto a camada 1 que contém 60% aproximadamente. Os teores de cinzas

são altos, variando entre 30 e 50%. As camadas 2 e 3 possuem alto poder calorífico (32-35 MJ/kg) e a camada 1 mais moderado (±28 MJ/kg).

O comportamento de lavabilidade das camadas 1 e 2 mostrou-se desfavorável, devido ao alto conteúdo em cinzas, enquanto a camada 3 mostrou-se mais promissora, com resultados de lavabilidade semelhantes aos obtidos para o carvão de Moatize.

É apresentado um programa de pesquisa da fase III, chegando-se também às seguintes conclusões:

- existência de carvão de interesse econômico, associado à sequência carbonosa inferior;
- complexidade da área, devida a falhamentos, diques doleríticos e variação lateral de fácies, dificultando a definição de um campo carbonífero;
- parte da área está coberta por aproximadamente 40 m de vulcanitos ácidos;
- os perfis geofísicos mostram que a cobertura sedimentar é geralmente fina próxima do contato Precâmbrico/Karroo, não atingindo 400 m a uma distância de 2 km, a partir desse contato.

LONGYEAR, E.J. Co. (1955) - Report to the Government of Portugal on the Tête Area. Mozambique, Portuguese East Africa. Vol. V, 147 p. - Inédito, Mapas e fotos.

Resultados de reconhecimento geológico (escala 1:250.000) das regiões de Fíngoè e Furancungo, indicando as áreas potencialmente favoráveis à exploração mineral. O volume V compreende as secções de Fíngoè (que inclui a área do Programa Mucanha-Vúzi) e de Furancungo.

Ênfase é dada às rochas do Precâmbrico, sendo que as rochas do Sistema Karroo são abordadas subordinadamente.

As camadas Karroo, pouco deformadas e de origem continental, ocorrem ao longo do rio Zambeze, desde a localidade de Zumbo

até Chicôa, nesta secção de Fíngoè.

O contato do Karroo com as rochas precâmbricas pode ser por discordância ou por falhas as quais são resultantes dos grandes "rifts" que afetaram grande parte da África Oriental.

O leito do rio Zambeze, próximo ao Monte Matêmoè, é bordejado por escarpas de falhas, nas quais as rochas precâmbricas afloram bem acima dos sedimentos Karroo que preenchem o vale. Em outros locais, as falhas estão ausentes ou pouco evidentes, e os terrenos antigos são discordantemente cobertos pelos sedimentos Karroo. Por isso, suspeita-se que algumas falhas existentes nas rochas precâmbricas ao norte do vale foram originadas durante o período de "rifting", ou são falhas ancestrais rejuvenescidas durante este período. Os diques de brechas no Monte Matêmoè, similares aos diques de brechas pós-Karroo, podem ser exemplos de tais falhas ancestrais.

Os diques contêm fragmentos de granitos alterados e são cimentados por material de origem hidrotermal, constituído por calcedônia, carbonatos e álcalis. Essas soluções podem ser atribuídas aos efeitos físico-químicos devidos à fricção e pressão ao longo do "Zambeze rift valley".

As camadas de carvão foram pouco estudadas neste trabalho. Destacam-se ocorrências de carvão nos rios Vúzi e Mucanha, citando uma camada de carvão com até 7 m de espessura (p. 96) ao longo do rio Vúzi.

MONEY, J.J. & DRYSDALL, A.R. (1973) - The geology, classification, paleogeography and origin of the Mid- Zambezi coal deposits of Zambia. In 3rd Grand. Symposium Camberra, Austrália, p. 249-270.

Descrição da sequência pós-Katangeu no vale do Médio Zambeze da Zâmbia, constituída dos grupos Sina-Kumbe, Karroo Inferior, Karroo Superior e Terciário-Quaternário.

Quanto à formação Gwembe Coal (Ecca) do Karroo Inferior, consiste de camadas de carvão com até 10 m espessura, na base, e camadas delgadas (em torno 0,5 m), no topo dessa formação.

O carvão da Zâmbia difere dos carvões gonduânicos pelo alto conteúdo (90%) de inertimita. Contém também alto teores em cinzas e enxofre.

A variação dos teores de cinzas independe da espessura da camada de carvão, mas está relacionada aos corpos de arenitos interacamados (depósitos de barras de pontal e canais preenchidos por argilitos e siltitos).

As características petrográficas e sedimentares da principal camada de carvão (base de Karroo Inferior) indicam uma origem autóctone, em depósitos de planíce de inundação. As camadas do topo, de menor importância, são hipoautóctonas.

NETO, J.N. (1976) - Memorandum of the Delegation of the People's Republic of Mozambique on the Coal Deposits of that Country. Coal Exploration.Proceedings of the First International Coal.Expl. Symposium. London,p. 642-647.

Apresentação de algumas informações a respeito das reservas e da qualidade do carvão da Mina de Moatize, Província de Tête.

Descrição sucinta das condições de clima e a localização da área de Moatize, bem como os aspectos geológicos mais importantes relacionados ao Sistema Karroo.

Seis conjntos carbonosos são conhecidos, como níveis de carvão e argilitos, espessuras variando de 1,5 m a 40 m, assim denominados:

(6) André
(5) Grande Falésia
(4) Intermediária
(3) Bananeiras
(2) Chipanga
(1) Sousa Pinto

As camadas Chipanga e André são mineradas há mais de 30 anos embora a lavra da Camada André esteja temporariamente interrompida.

O carvão betuminoso obtido da Camada Chipanga tem as seguintes características:

- umidade 1%
- matérias voláteis 18%
- teor de cinzas 20%
- enxofre 1%
- poder calorífico 6800 k.Cal/kg

Outros aspectos destacados da Camada Chipanga são:

- associação comum, desfavorável à mineração, com falhas e diques de doleritos;
- liberação de elevada percentagem de gás metano;
- alta percentagem de vitrênio, o que torna o carvão friável, mas contribue para melhorar sua qualidade;
- está sujeito à combustão espontânea, certamente devida à presença de piritas e enxofre em camadas inferiores.

Estudos de "grading" e de lavabilidade seletiva de todos os estratos de carvão da Camada Chipanga mostram a possibilidade econômica de obtenção de carvões com as seguintes características:

- matérias voláteis	-	19-20%
- teor de cinzas	-	10-30%
- "Swelling"	-	8-9%
- enxofre		< 1%

REAL, F. (1963 a) - Jazigos de Carvão (Hulha) da Bacia do Rio Zambeze. In: DNG, referência 1381/L ou 411. Cap. 4, p. 51-70. Inédito.

As ocorrências de jazigos de carvão da bacia do rio Zambeze estão agrupadas em 3 bacias carboníferas individualizadas: Pungura-Chicôa, para a qual dá-se maior ênfase; Sanangoè-Mfidzi, onde efetua-se apenas reconhecimento sumário e registra-se poucas ocorrências de carvão; e Moatize-Minjova, que já contava com uma produção de carvão de 250.000 t/ano.

A bacia carbonífera de Pungura-Chicôa tem uma extensão de 150 km, sendo que os melhores afloramentos de carvão situam-se en

entre os rios Vúzi e Mucanha.

O contato das rochas do Karroo com o embasamento cristalino é quase sempre por falhas. Trata-se de um sistema de falhas paralelas que permitem o afundamento e a preservação dos sedimentos Karroo. Nas proximidades do contato situam-se os afloramentos mais importantes dos tilitos da base do Sistema.

Apresenta-se em detalhe as rochas do Sistema Karroo, destacando-se para o Karroo Inferior e Médio as séries:

- Tilítica: conglomerados de origem glacial associados com depósitos flúvio-glaciais. Espessura em torno de 120 m;
- Produtiva: xistos, grés carbonosos, grés feldspáticos, xistos-carbonosos e argilitos negros, intercalados com conjuntos carbonosos, de até 30 m de espessura, nos quais estão contidas camadas de carvão;
- Superior: margas com estruturas "cone-in-cone" e grés fossilíferos, com abundantes restos de madeira silicificada. Compreende ainda grés argilosos, argilitos esverdeados e grés grosseiros com cimento carbonático.

No Karroo Superior inclui as séries do Grés do Cádji, do Grés da Caramacáfuè e as Rochas Básicas e Filões Doleríticos.

Descreve os conjuntos carbonosos da Série Produtiva na região do Mucanha-Vúzi, onde são mais numerosos, aflorando com maior frequência nas proximidades do "Soco Cristalofílico". Os conjuntos carbonosos ocupam grandes extensões e dispõem-se a cotas mais elevadas em relação ao leito do rio Zambeze, mergulhando para S e SE com ângulos de mergulho entre 7 e 15°. Estão menos tectonizados na região do Mucanha-Vúzi e raramente recortados pelos filões doleríticos.

Individualizam-se camadas com espessuras de 1,5 m a 2,35m, com boas perspectivas para exploração e dentro de uma satisfatória qualidade tecnológica. Na maioria dos casos, entretanto, as camadas de carvão são pouco espessas ou, quando espessas, intercaladas com leitos de argilitos negros.

Mais para o sul da área do Mucanha-Vúzi há, por vezes, inversão do mergulho, sugerindo a existência de sinclinal com eixo W-E.

Destaque-se, porém, que o sistema de falhas principais, que deslocaram os conjuntos carbonosos e que podem provocar variações importantes no mergulho, são de direção NW-SE, W-E ou WNW-ESE.

Os resultados das análises de amostras de carvão, obtidas em superfície e, portanto, oxidadas e possivelmente contaminadas, são os seguintes:

- teores de cinzas:	8,28%	a	22,05%
- matérias voláteis:	23,57%	a	32,97%
- carbono fixo:	44,75%	a	58,91%
- poder calorífico:	4.840	a	7.200 Kcal/kg
- enxofre combustível	0,54	a	2,82%

Análise química das cinzas: fusão inicial: 1.150°C; fusão completa: 1360° C. Composição:

SiO_2	:	61,18 a 47,13%
Al_2O_3	:	23,22 a 18,47%
Fe_2O_3	:	21,56 a 5,59%
CaO	:	3,050% - valor máximo
MgO	:	2,281% - valor máximo

Conclui que existem camadas de carvão economicamente exploráveis e com possibilidades de obtenção de coque metalúrgico. As reservas são suficientemente grandes para o estabelecimento de uma indústria extrativa em larga escala. Considera a região do Mucanha-Vúzi como a mais favorável e recomenda pesquisas complementares através de sondagens e estudos geológicos.

REAL, F. (1963 b) - Relatórios sobre a natureza, reservas e possibilidades de lavagem dos carvões da actual concessão da C.C.M. Lourenço Marques, 15 p. Inédito.

Faz parte do relatório final da Companhia Carbonífera de Moçambique e abrange o estudo geológico e mineiro da área de concessão da referida companhia.

As conclusões são as seguintes:

1- As reservas atuais da C.C.M. são extremamente pequenas e as di

ficuldades de exploração deverão aumentar grandemente logo que se torne necessário explorar blocos muito tectonizados e, em regra, cortados por filões doleríticos. A presença de "grisu"(gás metano) nestas minas é ainda fator desfavorável a considerar, uma vez que obriga a condições de segurança extraordinárias;

2- Embora existam reservas que possibilitam, ao ritmo atual, a produção por cerca de 10 anos, torna-se imperioso intensificar as pesquisas em áreas geologicamente favoráveis;

3- Estudos de lavabilidade efetuados com os carvões demonstraram a possibilidade de franco melhoramento para as frações finas, mas não justificam, nas condições atuais, a instalação de um lavador;

4- Transferir os estudos e pesquisas para a zona SE da atual área, numa faixa NW-SE, entre os rios Moatize e Muaradzi.

A coluna estratigráfica da área estudada é definida, da base para o topo:

- Complexo de base: gabros e anortositos;
- Série Produtiva: espessura variando entre 244 e 470 m, tendo na base uma brecha, que passa a uma sequência de xistos e grés cinzentos e até 6 intercalações carbonosas. Contém camadas de carvão com níveis com designações específicas, sendo 5 tecnicamente exploráveis: Sousa Pinto, Chipanga, Bananeiras, Grande Falésia e André.
- Série Superior ou de Matinde: com espessura não reconhecida, é mais gresosa e contém mais intercalações carbonosas que a precedente, mas nenhuma de interesse econômico.

As reservas apresentadas indicam 270 milhões de m³ de carvão e, para a Camada Chipanga, 47 milhões de m³, à profundidade de 150 m ou 73 milhões de m³ até a profundidade de 300 m.

REAL, F. (1966) - Geologia da Bacia do Rio Zambeze (Moçambique) Características geológicas-mineiras da bacia do rio Zambeze em território moçambicano. Junta de Investigações do Ultramar. Lisboa, 179 p. Contém quadros, figuras, fotografias e mapa.

Geologia da bacia do rio Zambeze em território moçambicano, abrangendo uma área de 137.000 km² aproximadamente. Descrição da morfologia, das grandes unidades geológicas, da tectônica e das principais mineralizações dessa bacia.

Identificaram-se sedimentos correlacionáveis às 4 unidades principais do Sistema Karroo:

- Série Tilítica - andar de Dwyca
- Série Produtiva - andar de Ecca
- Grés de Gádzi - andar de Beaufort
- Grés de Carumacafué - andar de Stormberg Inferior

Para o Karroo Inferior, tem-se

1- Série Tilítica: conglomerados de origem glacial, com cerca de 130 m de espessura nos leitos dos rios Vúzi e Bohozi. Rochas cinzas-escuras, matriz argilosa dura e silicosa,englobando calhaus angulosos, de pequenas dimensões e aparentando, por vezes, acamadamento. Sobrepõem-se rochas avermelhadas, com abundantes calhaus, indicativas de depósitos flúvio-glaciais. No topo, grés com nódulos piritosos.

2- Série Produtiva: na região do Vúzi-Bohozi-Mucanha, com aproximadamente 200 m de espessura, apresenta da base para o topo, delgada camada de calhaus rolados, argilitos negros com carvão, grés finos e médios, xistos e argilitos negros. Quando o grés é branco e acinzentado, arcósico, com estratificação cruzada e manchas lamelares, avermelhada, dispostas nos planos de acamadamento, recebe o nome de "Grés de Mucangádzi".

Sobre a Série Produtiva ocorrem grés arcósicos de grão médio a grosseiro, com leitos de calhaus de quartzo rolados,designados de grés de Cobertura e pertencentes ao Karroo Inferior.

3- Série Superior ou de Matinde: constituída essencialmente por margas com estruturas "cone-in-cone", plantas fossilíferas e grés fossilíferos. Na base, grés argilosos, argilitos esverdeados ou amarelados e grés grosseiros com cimento carbonático . Outros autores incluem essa Série Superior no Karroo Médio.

No Karroo Superior incluem-se as formações designadas por

Série dos Grés de Cádzi e Série dos Grés do Carumacafué, bem como os complexos vulcânicos basáltico-doleríticos que cobrem ou atravessam os sedimentos deste sistema.

No que tange à tectônica os mais importantes sistemas de fraturas são anteriores ao Karroo, tendo sofrido reajustamentos que condicionaram os limites das formações geológicas e a instalação de numerosos maciços de rochas eruptivas. A partir do Jurássico Inferior reativou-se o fraturamento do tipo "rift valley", preservando da erosão os depósitos posteriores ao Carbônico.

As dobras dos sedimentos Karroo são de pequena amplitude, com eixos paralelos às falhas limítrofes do Precâmbrico. Seriam resultados da compressão lateral provocada pela descida em cunha dos blocos centrais.

As ocorrências de carvão da Bacia Carbonífera de Pangura-Chicôa, situadas na margem norte do Zambeze, com destaque para a região do Mucanha-Vúzi, contêm os mais importantes conjuntos carbonosos.

A análise de carvão amostrado nos afloramentos existentes em quase todos os rios situados na margem esquerda do Zambeze revela:

teores de cinzas 8,28 a 22,05%;

matérias voláteis: 23,57 a 32,97%;
carbono fixo: 44,75 a 58,91%;
poder calorífico : 48,40 a 72,20 Kcal/kg;
enxofre combustível: 0,54 a 2,82%.

Ensaios de coqueificação permitiram considerar como promissores para produção de coque metalúrgico 2 leitos de carvão amostrado no rio Bohozi.

As reservas de carvão da Bacia Pangura-Chicôa são especulativas, mas podem ser consideradas suficientemente grandes para o estabelecimento de uma indústria extrativa em larga escala, com escoamento via fluvial.

A Bacia Carbonífera de Moatize-Minjova possui área com conhecimentos detalhados e uma produção de carvão de 250.000 t/ano. Nela distinguem-se as séries Tilítica, Produtiva e de Matinde, es

ta última corresponde à Série Superior da região de Mucanha-Vúzi. Na Série Produtiva são conhecidos 6 conjuntos carbonosos, denominados do topo para base: camadas André (1 a 2 m); Grande Falésia (12 m); Intermediária ou Albert (8 m); Bananeiras (40 m); Chipanga (35 m) e Sousa Pinto (14 m). A camada mais importante é a Chipanga, com um nível de 2,5 a 3,5 m na base, sendo a mais explorada. Todas as camadas estão fortemente tectonizadas, com grandes rejeitos verticais e mergulhos de 13 a 17°. Os teores médios do carvão são: enxofre (0,85 a 0,95%); cinzas (14 a 23%); matérias voláteis (16 a 20%); poder calorífico (7264 Kcal/kg).

Quanto à Bacia do rio Sanângoè-M'Fidzi é ainda pouco conhecida, tendo afloramentos da Série Produtiva menos extensos.

REAL, F. (1980) - Relatório preliminar sobre as bacias carboníferas do rio Zambeze. Maputo, 25 p. Manuscrito, Inédito.

Atualização do conhecimento sobre as bacias carboníferas do rio Zambeze, especialmente da região de Chicôa-Mecúcoè, em razão do enchimento da albufeira de Cahora-Bassa, para se conhecer em que medida teria sido afetado o potencial dos jazigos de carvão dessa região.

Na bacia carbonífera Chicôa-Pangura, a parte situada entre Chicôa e o rio Hucussué encontra-se atualmente submersa. A oeste do rio Hucussué, a bacia carbonífera Mucanha-Mecúcoè mantém todo o seu interesse, apesar de se encontrar parcialmente submersa. Consideram-se dois sectores nesta bacia: Mucanha-Vúzi e Vúzi-Mecúcoè.

O sector mais importante é o de Mucanha-Vúzi no que se refere às reservas carboníferas, embora a albufeira (cota máxima) de 330 m e normal de 326 m) tenha inundado grande parte de onde se estimam reservas de carvão prováveis da ordem de 990 milhões de toneladas. A área localizada acima do limite da albufeira constitui mais de 50% do campo carbonífero. Infiltrações derivadas das águas da albufeira são de importância secundária e não impedirão exploração subterrânea abaixo da zona da mesma.

As áreas carboníferas acima da albufeira têm as seguintes dimensões, a partir do rio Vúzi:

- parte oeste, até os carbonatitos:
  direção E-W ≅ 3,5 km
  direção N-S ≅ 4,5 km
- interflúvio com o rio Bohozi:
  direção E-W ≅ 10,5 km
  direção N-S ≅ 2,5 km

Sondagens realizadas:

A_1 - coberta pelas águas da albufeira; não atingiu carvão;
A_2 e A_3 - acima da albufeira; interceptaram várias camadas de carvão.

Amostras de trincheiras revelaram teores de matérias voláteis entre 27,09 e 32,97% e cinzas 9,36 e 21,32%.

No conjunto, a região carbonífera do Vúzi não parece ter ficado muito afetada pelo enchimento da albufeira, existente numa área com cerca de 30 km² a investigar entre os carbonatitos que afloram a oeste e a zona central de interflúvio Vúzi-Mucanha.

As reservas de carvão existentes poderão ultrapassar os atuais valores:

- reservas prováveis: 70.000.000 t
- reservas possíveis: 195.000.000 t

A partir do rio Bohozi, a área carbonífera acima da albufeira tem as seguintes dimensões:

- interflúvio com o rio Massinduê
  direção E-W = 10,5 km
  direção N-S = 2,5 km

A sondagem realizada (C_3) encontra-se acima da albufeira e as reservas indicadas são:

- reservas prováveis: 150.000.000 t
- reservas possíveis: 285.000.000 t

Menciona-se a importância do germânio como possível minério associado e analisam-se as possibilidades carboníferas das porções

relacionadas aos rios Massindué e Mucanha, integrantes do sector Mucanha-Vúzi.

SALAZKINE, E. (1980) - Relatório sobre o teor de germânio em carvão de Moçambique. Direção Nacional de Geologia e Minas e Defesa do Subsolo. Maputo, 5 p. Inédito (referência 1012 DNG).

Tratam-se das investigações efetuadas e resultados obtidos sobre os teores de germânio em carvões de Moçambique, de amostras recolhidas das minas de Minanga (Boianov, 1976), da área de Mucanha-Vúzi-Bohozi (Correia Neves, 1976), minas de Moatize e da bacia carbonífera de Metangula (Salazkine, 1978).

As conclusões são as seguintes:

- possibilidade de teores industriais de germânio em carvões de Moçambique;
- algumas áreas podem ser avaliadas como complexo de germânio e combustível;
- distribuição desigual de germânio nas camadas de carvão;
- aumento da concentração de germânio no solo da capa das camadas de carvão;
- acréscimo da concentração de germânio nas camadas de carvão de baixa possança;
- germânio está ligado aos componentes mais helioficados, as concentrações máximas ocorrem nas "lentinhas de vítrea estrutural".

É recomendável amostragens de carvão e das rochas encaixantes com vistas às análises de germânio. Simultaneamente à avaliação das reservas de carvão, verificar as possibilidades econômicas do germânio associado.

SANTOS, J.L.P. (1960) - Relatório da Campanha de 1959. Grupo nº 2 Missão de Fomento e Povoamento do Zambeze. Brigada de Geologia e Prosp. Mineira. Lisboa, Anexo 6, Vol. II, 41 p. Inédito. Contém mapas, secções, fotografias.

Mapeamento geológico, escala 1:40.000, de caráter preliminar, nas áreas marginais do rio Zambeze, a montante de Chicôa, até às proximidades do rio Mucanha, a leste da área destinada à CPRM.

Foram individualizadas as seguintes unidades geológicas no mapeamento:

k) formação sedimentares pós-Karroo
j) filões básicos
i) filões aplíticos
h) riolitos e lavas ácidas
g) pórfiros quartzíferos
f) formações do Sistema Karroo
e) filões de rochas ácidas
d) granitos e granitos gnáissicos
c) complexo gabro-diorítico
b) Série do Fíngoé
a) gnaisses do Vúzi

Para o Sistema Karroo, descreve sucintamente:

- Série do Grés de Cobertura: grés fedspático, granulação média a grosseira, conglomerático, com estratificação fraca.
- Série Carbonífera ou Produtiva: formada essencialmente por grés feldspáticos, médio a fino, argilitos cinzentos e negros com conjuntos carboníferos e leitos de carvão.

As principais ocorrências de carvão situam-se nos leitos dos rios Muanzi, Cauerere, Luângua, Messamba e Sangere e Sige. Os melhores afloramentos encontram-se nos rios Luângua e Sige e localizam-se próximos ao contato com os granitos do Precâmbrico.

SANTOS, J.L.P. (colaboração BARATA, J.C.M.) - (1981) - Relatório da Campanha de 1960. Grupo nº 2. Missão de Fomento e Povoamento do Zambeze. Brigada de Geologia e Prosp. Mineira. Lisboa, Anexo 6, Vol. II 32 p. Inédito. Contém mapas, secções, fotografias.

Continuação do mapeamento geológico (1:40.000) iniciado no ano anterior (1959), pelo Grupo nº 2, abrangendo a mesma área, localizada a leste da atual área de pesquisa da CPRM, objetivando essencialmente a prospecção de carvão, nesta parte da bacia carbonífera do Zambeze, através da abertura de trincheiras e amostragem

de carvão (84 amostras).

Em relação ao trabalho anterior, são introduzidas modificações na geologia (mapa), com a identificação de novas litologias e melhor classificação de outras.

No Karroo Inferior foram incluídas "formações tilíticas", distintas essencialmente pela cor. Tilitos amarelos, com fragmentos granulares, na base. Tilitos negros, com grande espessura, contendo matriz argilosa negra e fragmentos de diversos tipos litológicos. Gradam superiormente para tilitos verdes e matriz argilosa verde.

Apresenta a descrição de novos afloramentos de carvão e chegam as seguintes conclusões:

(1) Camadas de carvão de baixa qualidade e pequena espessura, (inferiores a 1 m);

(2) A percentagem de cinza, em geral, ultrapassa 20%;

(3) Umidade geralmente superior a 5%;

(4) Matérias voláteis: 19 a 26%;

(5) Carbono fixo baixo, quase sempre inferior a 50%, média 45%;

(6) Poder calorífico superior: 3.880 a 5.800 Kcal/kg^{-1} aproximadamente;

SOUSA, M.J.L. & MÉRIAUX, E. (1971) - Estudo Petrográfico Preliminar das Hulhas da Bacia de Moatize (Tête, Moçambique). In Garcia de Orta. Lisboa, vol.19, nº 14, p. 263-278.

São apresentadas as características petrográficas de um bloco de hulha representativo de uma camada em exploração na bacia de Moatize.

São feitas considerações litoestratigráficas do Karroo Inferior ou de Matinde, e do Karroo Superior, formado das séries do Grés de Cádzi e Grés de Carumacafué.

A análise química do carvão global foi realizada nos laboratórios do Centro de Estudos e Pesquisas de Sorbonne, na França,

tendo-se obtido os seguintes valores (%):

Água: 1,1; H: 3,8
Mat. voláteis: 17,9; S: 0,7;
Cinzas:18,1; carbonato: 0,7;
Carbono: 70,9 ;
Mat. voláteis em amostra seca e sem cinzas: 21,3;
Poder calorífico: 68,88 cal/g;
Índice de inchamento: 3,5.

Os carvões de Moatize pertencem à classe 4 e ao grupo 2 da classificação internacional da Comissão Econômica Européia (1956), sendo considerados carvões gordos de chama curta, de acordo com a classificação AFNOR (1950).

SOUSA, M.J.L. (1977) - Contribuição para o conhecimento das bacias carboníferas de Zambézia (Moçambique). Estudo petrográfico das camadas de carvão cortadas pelas sondagens A_3, C_3 e E_2 na bacia carbonífera de Chicôa-Mecúcoè. In Garcia de Orta, Ser. Geol. Lisboa. Parte I, 2 (1), p.1-12. Parte II, 2 (1), p. 13-36.

Concepção de um plano de investigação para o estudo petrológico (caracterizações petrográficas, físico-química e tecnológica; Parte I) e os resultados das análises químicas e dos ensaios físico-químicos (Parte II), realizados em amostras representativas das camadas de carvão seccionadas pelas sondagens A_3, C_3 e E_2 da bacia carbonífera de Chicôa-Mecúcoè (região de Mucanha-Vúzi).

A Parte I trata de amostragem, de preparação das amostras e dos estudos realizados nas diferentes frações, com vistas à caracterização petrológica.

A Parte II apresenta, sob a forma de tabelas, os resultados das análises químicas (H_2O, cinzas, matérias voláteis, enxofre total, CO_2, C,H,azoto e fósforo nas cinzas) e dos ensaios físico-químicos(poder calorífico superior, índice de entumescimento e dilatômetro de Audibert-Arnu), realizados no carvão global, bruto e lavado. Também são apresentadas as curvas correspondentes aos

ensaios efetuados no dilatômetro de Audibert-Arnu de cada uma das amostras e o rendimento de lavabilidade do carvão. São ainda apresentados os resultados das análises químicas (H_2O, cinzas, matérias voláteis, C,H, CO_2, enxofre total e azoto) e o rendimento de lavabilidade do vitrino separado por escolha manual, referente às camadas de carvão cortadas pelas sondagens A_3, C_3 e E_2.

SOWERBUTTS, W.T. C. (1972) - Rifting in Eastern Africa and the Fragmentation of Gondwanaland. Nature, vol. - 235, p. 435-437.

Os movimentos de "rift" da África Oriental provocaram um complexo sistema de falhas. Métodos paleontológicos e geomorfológicos mostram que o tempo dos movimentos que originaram as falhas de "rift" cobre um extenso período, iniciado no Mesozóico. Eles indicam também que os períodos de movimento de algumas falhas foram separados por longos períodos de inatividade.

Durante o Mesozóico o "rifting" foi mais extenso na África Oriental e Central e ao Sul da Tanzânia, aparecendo mais destacadamente ao norte do vale do rio Zambeze.

Atividade ígnea alcalina e peralcalina ocorre na África Oriental associada aos movimentos de "rift" e alguns de seus produtos, datados radiometricamente, pertencem ao Mesozóico e ao Cenozóico.

TRUSWELL, J.F. (1979) - An Introduction to the Historical Geology of South Africa. Cape Town, South Africa; p. 114-133.

Sumário sobre as unidades do Sistema Karroo na África do Sul. Da mais antiga para a mais jovem, são as seguintes:

Dwyka - Sedimentação glacial, com depósitos sob a forma de morainas e consolidados como tilitos. Pobremente classificados, fragmentos com grande variações de tamanho e uma densa matriz argilosa. Pequenas percentagens de fragmentos apresentam estrias ções, outros são facetados. Ritmitos lacustrinos podem estar asso

ciados. Outros tipos de rochas: conglomerados, grés e varvitos. Sobre os tilitos desenvolvem-se xistos esverdeados, em geral carbonáticos, com nódulos e leitos fosfáticos. Sobre esses xistos pode estar presente uma camada de "chert" cinzento que marca o contato com a Série Ecca.

Ecca - As litologias típicas são xistos esverdeados e cinzentos e grés impuros, dominando uma grauvaca típica. Sedimentos detríticos grosseiros e camadas de carvão estão associados com xistos na unidade intermediária ("Coal Measures"), abaixo e acima dos xistos do Ecca Superior e Inferior, respectivamente. São produtos de depósitos tipicamente deltáicos, nos quais encontram-se, algumas vezes, banda de "ferro-silicato-glauconita", entre as camadas da "Coal Measures", indicando pequenas incursões marinhas. Às vezes, toda a Série Ecca é constituída de uma homogênea e monótona sequência de xistos.

Beaufort - Subdividido em inferior e médio (Permiano Superior)e superior (Triássico Inferior), com base em reptéis fósseis e, secundariamente, em critérios litológicos. É constituído por uma sequência de xistos e argilitos, interacamadados com grés. As rochas argilosas têm cores brilhantes: vermelha, púrpura, verde e azul; e o grés, cores amareladas, devido ao conteúdo em feldspatos.

Stormberg - constituída de 4 séries, bem distintas litologicamente, da base para o topo:

1- Molteno: grés grosseiros, xistos verdes e azuis e ocasionais camadas de carvão. Ambiente flúvio-deltáico.
2- "Red-beds" - sucessão de rochas argilosas, em geral maciças, com cores vermelhas distintas e raras camadas de grés.
3- Grés Cave: depósitos eólicos, constituídos de grés finos e siltitos, maciços, com cores cremes e brancas.
4- Vulcânicas Drakensberg: lavas predominantemente basálticas, toleíticas, associadas com riolitos, andesitos, piroclásticas e conglomerados, que capeiam o Sistema Karroo.

Doleritos do Karroo - A maioria dos corpos dessa fase hipa

bissal são concordantes ("sills"). Formam-se principalmente nos planos horizontais das rochas argilosas do Sistema Karroo, especialmente na sequência de grés e xistos do Beaufort.

VASCONCELOS, L.A.F.T.S (1981) - Estudo estatístico sobre as características físico-químicas dos carvões da bacia carbonífera de Chicôa-Mecúcoè, GSECHI. Maputo, 13 p. Datilografado, inédito. Contém tabelas, quadros e figuras.

Estudo dos carvões aflorantes nos leitos dos rios Mucangádzi, Vúzi, Bohozi, Massínduè, Mucanha e Luângua, cujas amostras foram coletadas pelos geólogos da Missão de Fomento e Planejamento do Zambeze. Totalizam 170 amostras, sendo 28 no rio Vúzi e 36 no rio Bohozi. Foram analisados os seguintes componentes: umidade, cinzas, carbono fixo, matérias voláteis, enxofre e poder calorífico.

A fidelidade dos resultados não é a mesma para os diversos grupos de amostra e a tentativa de correlação das várias camadas de carvão, com base nos resultados analíticos, é impossível devido à amostragem aleatória.

O tratamento estatístico dos dados fez-se através de histogramas diagramas de relação entre dois componentes.

Os intervalos de classe, nos histogramas, são muito variáveis o mesmo acontecendo com os valores médios. Quanto ao conteúdo de matérias voláteis, 52% dos carvões situam-se na zona das hulhas betuminosas médias, segundo a classificação de Toronto e 48% são hulhas betuminosas de fraco teor de carbono fixo. Segundo a classificação utilitária de Grüner, 62% são hulhas gordas para coque e 36% são hulhas gordas simplesmente.

Da relação entre dois componentes, de 15 diagramas, só 4 mostram alguma correlação. Conclui-se que o conteúdo em matéria volátil é inversamente proporcional ao conteúdo em cinzas e diretamente proporcional ao poder calorífico. O conteúdo em carbono fixo é inversamente proporcional ao conteúdo em cinzas e diretamente proporcional ao poder calorífico.

VASCONCELOS, L.A.F.T.S. (1981) - Nota informativa sobre a bacia carbonífera de Mucanha-Vúzi. GSECHI. Maputo, 6 p. datilografadas, inédito.

Síntese dos trabalhos anteriores realizados na região do Mucanha-Vúzi.

Apresenta a localização, classificação morfológica e as dimensões da área. Refere-se à geologia da bacia carbonífera, à tectônica e às intrusões doleríticas, estabelecendo comparações com a região de Moatize.

São ainda apresentados os resultados das análises de carvão e das cinzas de amostras provenientes da superfície e de furos de sondagens, finalizando com os valores das reservas de carvão.

VASCONCELOS, L.A.F.T.S. (1982) - Notas sobre a bacia carbonífera de Chicôa-Mecúcoè. Síntese de informações dispersas em vários trabalhos. Maputo, 24 p. datilografadas, inédito.

Síntese das principais informações geológicas disponíveis em trabalhos anteriores sobre a bacia de Chicôa-Mecúcoè, destacando-se resumidamente a seguir, os dados de interesse da área do Programa Mucanha-Vuzi.

1. Série Tilítica

1.1 - Ocorrências do rio Vúzi.

Descritas por Carvalho (1950 e 1960), assentam discordantemente sobre os granitos e granodioritos do Precâmbrico. O contato muitas vezes por falha (brechas) denuncia a origem tectônica da Bacia do rio Zambeze.

Em 1960, Carvalho usa a denominação tilóide para as rochas conglomeráticas dessa sequência basal e, em 1977, sugere que sejam depósitos de vertente e de cones de dejecção.

Apresentam uma espessura máxima de 130 m e mergulhos de 15 20° para SW.

1.2 - Ocorrências do rio Bohozi

Espessura de 150 m (?) e mergulhos de 10-40° SW.

1.3 - Ocorrências no rio Cavúmboé

Reconhecidas por Carvalho (1959 a 1960), assentam sobre as rochas precâmbricas em contato normal ou por falhas.

2. Série Produtiva

Caracteriza-se por uma sequência de argilitos negros,xistos carbonosos, carvão, grés feldspáticos e grés carbonosos (Real 1963).

A ocorrência na área do Mucanha-Vuzi estão a cotas mais elevadas que o nível máximo das águas da albufeira Cahora-Bassa. A espessura máxima de camadas de carvão em afloramentos é de 2,5 m.

2.1 - Ocorrências do rio Vúzi

A Série Produtiva tem as seguintes litologias, do topo para base: xistos e argilitos negros, grés médio, argilitos negros com carvão e fina camada de calhaus rolados. Na base, os argilitos negros com carvão têm boa continuidade e, no topo, ocorre uma camada tilítica, acima da qual não foi observado carvão, nem argilito negro (Carvalho, 1959).

Espessura até 200 m, considerando a camada tilítica como topo da Série Produtiva.

2.2 - Ocorrências do rio Bohozi

Ocorrem com a mesma sequência observada no rio Vúzi. Cinco ou seis conjuntos carbonosos são formados pela alternância de carvão, xistos carbonosos e argilitos negros.

O pacote carbonoso mais espesso foi cortado pela sondagem C_3 (Hodgson, 1974), com 11,60 m de espessura (80,40 a 92,00 m).

3. Grés de Cobertura

Ocorre na região do Mucanha-Vúzi, sobreposto à Série Produtiva, com grande espessura. São grés de grão médio a grosso feldspáticos, cinzentos na base. Para o topo, tornam-se amarelados, ferruginosos, com leitos de calhaus rolados. Não se tem certeza de pertencerem ao Karroo.

4. Tectônica do Karroo

A tectônica é do tipo das fraturas (Real, 1966).

O rio Zambeze está instalado em um "graben" que faz parte do sistema africano de "rifts". Seria uma zona de fraqueza desde o Precâmbrico e sua direção é aproximadamente paralela ao "belt" do Fíngoè (Longyear, 1955).

Em 1976, Afonso denomina de "rift" do Jurássico Inferior as reativações que provocaram o afundamento da bacia, o qual estaria relacionado com o "Sinclinal do Zambeze".

CPRM

3 - FOTOINTERPRETAÇÃO GEOLÓGICA

3. FOTOINTERPRETAÇÃO GEOLÓGICA

3.1 - Introdução

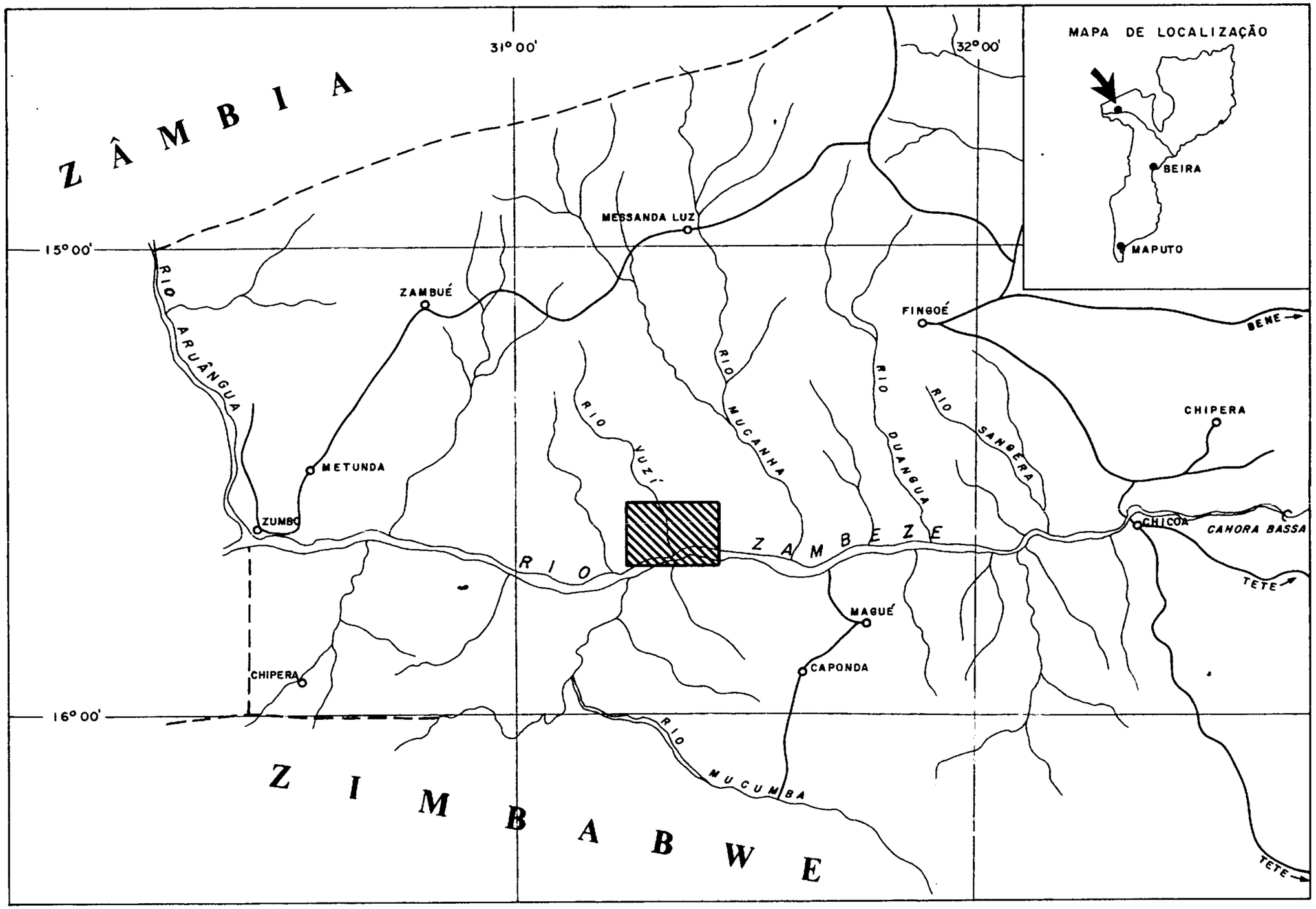
A interpretração de fotografias aéreas constitui uma técnica de mapeamento geológico consagrada universalmente. Proporciona, através da visão tridimensional, uma familiaridade muito grande com a área a ser trabalhada, permitindo a montagem de um primeiro modelo geológico a ser testado no decurso da etapa de mapeamento geológico. Além disso, fornece os elementos necessários para o planejamento da verificação de campo, com economia de tempo, tendo em vista que esta última constitui-se na atividade mais onerosa de um levantamento geológico.

A interpretação fotogeológica foi realizada sobre fotografias aéreas, escalas 1:50.000 e 1:30.000, que cobrem integralmente a área do Projeto, utilizando-se como apoio a literatura geológica existente, com destaque para o trabalho de Carvalho (1977) "Carta Geológica da Região de Carinde".

Além do mapa fotogeológico, acompanham este relatório um plano preliminar para a locação de sondagens pioneiras e perfis geofísicos, perfis litológicos de furos executados anteriormente e seções geológicas esquemáticas calcadas no mapa fotogeológico.

3.2 - Localização e Acesso

O Projeto Mucanha-Vúzi localiza-se no extremo oeste da República Popular de Moçambique, Província de Tête, próximo da fronteira com Zimbabwe e Zâmbia. A parte destinada pelo Gabinete do Secretário de Estado do Carvão e Hidrocarbonetos - GSECHI à CPRM tem como limite sul as águas da albufeira de Cahora Bassa, médio curso do rio Zambeze e a norte as rochas que compõem o Soco Antigo, limite setentrional do Sistema Karroo. Ocupa uma superfície de cerca de 150 km² e situa-se, a grosso modo, entre os rios Vúzi, a oeste, e Bohozi a leste. Para efeito de representação cartográfica, a área possui as seguintes coordenadas (ver mapa de localização, Fig.1): 31°28' E-15°33' S; 31°28' E-15°41'S-31°15'E- 15° 41'S; 31°15' E - 15°33'S.



MAPA DE LOCALIZAÇÃO

PROGRAMA MUCANHA - VUZI

Escala : 1: 750.000

Contrato GSECHI - CPRM
SZUBERT et alii
1982

Fig. 1

O acesso à area é feito através da cidade de Tête, maior núcleo populacional da região, mediante vôos comerciais diários, partindo-se de Maputo ou Beira. Há ainda uma ferrovia, entre Beira e Tête, pela qual foram transportados os equipamentos e materiais do Projeto.

De Tête ao acampamento, o meio de transporte é rodoviário tendo havido necessidade de reparar 30 km de estradas entre as vilas Fingoé e Nhantaro e, daí em diante, abrir estradas de serviço (cerca de 70 km) até o local dos trabalhos.

3.3 - Metodologia

Procedeu-se inicialmente a interpretação fotogeológica de toda a área do Projeto, utilizando-se fotografias aéreas verticais 1:50.000, vôo ARTOP, anos 1958-1960 e 1:30.000 originalmente coloridas mas reproduzidas em preto e branco, e obtidas em julho de 1973. Ambos levantamentos aerofotogramétricos precederam a construção da albufeira de Cahora Bassa o que facilitou o exame de exposições hoje inteiramente cobertas pelas águas do reservatório.

A fotointerpretação foi efetuada diretamente sobre as aerofotos, utilizando-se estereoscópios de espelho (Wild) e de bolso DFV. Os elementos obtidos foram transferidos visualmente para uma base planimétrica 1:50.000, adrede preparada por simplificação da folha planialtimétrica 1:50.000 SD-36, T-II-NE, nº 491 1531 C2 da Diretoria Nacional de Geografia e Cadastro-DINAGECA. O mapa fotogeológico obtido, que acompanha o presente relatório, constituirá o mapa de serviço onde serão sintetizados os elementos coletados durante o mapeamento geológico.

No desenrolar desta atividade, deu-se especial atenção a utilização das referências bibliográficas e mapas geológicos existentes na área (ver 1ª parte deste relatório), procurando-se subsídios para o estabelecimento de padrões fotogeológicos. Destaque especial foi consignado às ocorrências de carvão, visando, quando o possível, estabelecer as condicionantes estruturais e a formulação de alternativas dos possíveis controles estruturais das minera

lizações. (ver capítulo 4).

3.4 - Análise Fotogeológica Geral

A área a ser investigada está inteiramente contida na Bacia do Zambeze ou Chicôa-Mecúcoè que constituí o prolongamento setentrional da Bacia do Karroo, no sul da África. Em território moçambicano, a bacia do Zambeze linda com rochas do Escudo Moçambicano a norte e sudeste, tendo mais a leste, o "rift-valley"africano oriental que atravessa este continente desde o Mar Vermelho.

Do ponto de vista estratigráfico, a interpretação fotogeológica apoiou-se, em grande parte, no trabalho de Carvalho (1977). Este autor adotou uma divisão local para o Sistema Karroo, de interesse específico para a pesquisa da CPRM na região do Vúzi -Bohozi, assim discriminada:

Karroo Vulcânico	(vulcanitos básicos e diferenciados ácidos)
Karroo Sedimentar	Karroo Superior (K_3)
	Karroo Médio (K_2)
	Karroo Inferior (K_1)

Conservou-se basicamente esta divisão estratigráfica para o Sistema Karroo, com os seguintes acréscimos ou modificações(ver Coluna Estratigráfica Adotada, Quadro 1):

a) Subdivisão do Karroo Inferior em:
   - Grés de Cobertura (K_1c)
   - Série Carbonífera sucessão gresosa superior (K_1b_2)
     sucessão pelítica com carvão (K_1b_1)
   - Conglomerado Basal (K_1a)

b) Subdivisão do Karroo Superior em:
   K_3g_4; K_3g_3; K_3g_2; K_3g_1

c) Inclusão da Unidade Vulcanitos Carbonatados no Sistema Karroo, representando a fase final do vulcanismo básico e ácido, sob a forma de chaminés de composição essencialmente carbonatítica . Esta última modificação levou a reconsiderar a posição cronoestratigráfica dos chamados depósitos de cobertura pós - Karroo que passaram a ser também considerados posteriores ao vulcanismo de erupção central carbonatítico.

COLUNA ESTRATIGRÁFICA ADOTADA

IDADE	UNIDADE ESTRATIGRÁFICAS	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA
QUATERNÁRIO	ALUVIÕES E ELUVIÕES	Depósitos Atuais e Subatuais Areias, calhaus, siltes e argilas, ao longo dos cursos d'água, aluviões (Q_1). Depósitos de vertente e de sopé, com calhaus e argilas, coluviões e eluviões (Q_2).
TERCIÁRIO(?)	PÓS-KARROO	Depósitos de Cobertura Sedimentos detríticos, mal consolidados, sem estruturas visíveis nas aerofotos, cobrindo as rochas do Karroo no "Sinclinal" do Vúzi, sem serem afetados por movimentos tectônicos.
MESOZÓICO	SISTEMA KARROO — KARROO VULCÂNICO	Vulcanitos Carbonatados Carbonatitos, brechas e tufos carbonatados, sob a forma de chaminés (pitões) e raros diques. Aparecem no contato do Karroo Sedimentar com o "Soco" Antigo, associados com as falhas do "rift" do Médio Zambeze.
		Vulcanitos Ácidos e Básicos Lavas ácidas, aglomerados vulcânicos e diques quartzo-brechóides (α). Derrames basálticos e diques doleríticos cogenéticos, afetados intensamente pela tectônica pós-Karroo Sedimentar (β).
PERMO-CARBONÍFERO	KARROO SEDIMENTAR	Karroo Superior Intercalações de grés arcósicos, ferruginosos, consistentes (K_3g_1) grés pouco coerentes, conglomeráticos (K_3g_2) grés consitentes (K_3g_3) e intercalações de pelitos diversos com grés (K_3g_4)
		Karroo Médio Sequência pelítica, com margas e grés fossilíferos, topograficamente rebaixada, que aparece no extremo NW da área (Bacia dos Pitões).
		Karroo Inferior Grés de Cobertura (K_1c): espessas camadas de arcosios grosseiros, no topo. "Série Carbonífera" (K_1b): sucessão intermediaria com grés de diversos tipos (K_1b_2) e uma sucessão pelítica com carvão e leitos de grés (K_1b_1). Conglomerado Basal (K_1a), constituído por calhaus angulosos, em matriz dominante argilo-siltica.
PRECÂMBRICO	SOCO ANTIGO	Embasamento Cristalino Granitos, gronodioriotos, gabros, quartzitos, serpentinitos e metassedimentares.

(Quadro 1)

Por outro lado, no contexto geomorfológico a paisagem da África central e meridional está marcada, desde o Mesozóico, pelo predomínio dos agentes de denudação, salvo deposições locais como nos "rift-valleys", em Kalahari e na bacia do Congo. Este fenômeno é exatamente o inverso do que ocorreu no período entre o Carbonífero e o Mesozóico quando os processos agradacionais prevaleceram sobre a erosão, culminando com o extravasamento de lavas básicas e associadas (King, 1957).

Dentro dessa moldura geomorfológica geral, enquadra-se a área estudada que, a grosso modo, pode ser subdividida nas seguintes unidades:

- os terrenos montanhosos esculpidos nas rochas do Soco Antigo;
- os platôs, mesas e chaminés configuradas pelos derrames basálticos e rochas associadas;
- os terrenos de modulado suave ou aplainados que caracterizam o Karroo Sedimentar e a cobertura pós-Karroo;
- por fim, a planície de inundação da bacia do Zambeze, hoje inteiramente recoberta por águas da albufeira de Cahora Bassa.

A seguir apresenta-se uma descrição sumária de cada uma das unidades cartografadas e os critérios fotogeológicos utilizados.

3.4.1 - Descrição das Unidades

3.4.1.1 - Soco Antigo (Embasamento precâmbrico indiferenciado)

As rochas pertencentes ao Soco Antigo constituem o limite norte da área pesquisada e são desprovidas de interesse para os objetivos deste Projeto.

Nas fotografias aéreas são facilmente identificáveis pelo contraste fisiográfico que apresentam com as rochas do Sistema Karroo. Na verdade, sua área de ocorrência corresponde às maiores elevações, só suplantadas pelos tabuleiros vulcânicos e pelas cumieiras esculpidas em diques.

O relevo é bastante acidentado, constituindo-se em uma sucessão de serras e morros alinhados de vertentes abauladas ou abruptas, com drenagem dendrítica com vales bem encaixados, de calhas em V, profundas, muitas vezes controlados por fraturas. As cristas, em sua maioria, correspondem aos enxames de diques, que cortam amiúde as rochas do Precâmbrico.

Fotograficamente exibe tonalidades claras, indicativas de vegetação menos abundante e solos pouco espessos, com exposição frequentes do "bed-rock".

O contato com o pacote sedimentar do Sistema Karroo dá-se através de um sistema de falha de direção geral este-oeste, certamente associado ao "rift", que geomorfologicamente se caracteriza por uma escarpa de falha ou escarpa de linha de falha com desenvolvimento de depósitos de talus ao seu longo, visível mesmo no exame do mapa topográfico. Os vulcanitos Karroo estão introduzidos nas rochas do Soco Cristalino sob a forma de diques, "sills", chaminés ou extravasados sob a forma de derrame.

A literatura geológica consultada registra diversos tipos litológicos, tais como: granitos, granodioritos, gabros, serpentinitos e rochas metassedimentares.

Sua idade é genericamente atribuída ao Precâmbrico.

3.4.1.2 - Sistema Karroo

A - Karroo Sedimentar

O pacote sedimentar pertencente ao Sistema Karroo é o de mais ampla distribuição na área em estudo e realmente o de maior interesse para a pesquisa de carvão.

De um modo geral, as atitudes são subhorizontais e moderadamente inclinadas (em torno de 10° e não ultrapassando 30° de mergulho). A faixa que constitui o Karroo Inferior (K_1a, K_1b_1 e K_1b_2) tem direção geral leste-oeste, isto é, acompanhando a borda da bacia, com mergulhos para sul-sudeste. A unidade K_1c é subhorizontalizada e mais descontínua, ocorrendo a leste nos interflúvios do rio Bohozi ou a oeste na bacia da captação do rio Vúzi.

O Karroo Médio (K_2) restringe-se à chamada "bacia dos Pitões" e acha-se bastante dissecada a ponto de não se ter nas fotografias aéreas indicações da atitude.

O Karroo Superior (K_3g_1, K_3g_2, K_3g_3, K_3g_4) constitui a unidade de mais ampla distribuição, com direção geral das camadas NW-SE e mergulhos moderados ($\pm$ 20° em média) para NE, sendo que as exposições a leste do rio Mongoé estão profundamente dissecadas, sendo visível nas aerofotos uma tênue lineação interpretada como sendo a direção das camadas. Na sequência de rochas que configuram o sinclinal do Vúzi, foram observadas fortes lineações de direções variadas, atribuídas provavelmente ao desenvolvimento de fraturas.

Geomorfologicamente as rochas do Karroo Sedimentar caracterizam-se por modulado suave, subaplainado, fortemente denudado em sua maior parte, às vezes emergindo cristas alongadas em homoclinal, formando cuestas, com drenagem dendrítica pouco desenvolvida na área mais rebaixada ou controlada pela estrutura (atitude das camadas) como, por exemplo, no chamado Sinclinal do Vúzi ou na porção noroeste da área.

Afonso (1975) situa-as como pertencentes aos terrenos aplainados da zona de planaltos médios, dominando florestas altas e medianas junto aos rios, parques savóides de fácies secas em terrenos arenosos e savanas arbustivas em solos argilosos.

A base da unidade é constituída por um Conglomerado Basal (K_1a, no mapa fotogeológico) de difícil caracterização nas fotografias aéreas. Por sua importância estratigráfica, foi cartografado apoiando-se no mapa geológico de Carvalho (1961). Este autor (Carvalho 1977) denomina-o de Depósitos Tilóides, descrevendo afloramentos nos rios Vúzi e Bohozi. No rio Vúzi aparecem assentando discordantemente sobre granodiorito do Soco Antigo, sendo constituído de calhaus subarredondados e angulosos de até 15 cm, embebidos em uma matriz síltica. Este autor atribui uma origem não glacial para os conglomerados da base do Sistema Karroo, por não ter encontrado estrias ou caneluras, preferindo considerá-los como depósitos de vertente e de cones de dejecção formados ao longo

da base das escarpas de falhas.

Em contato concordante, assenta-se a Série Carbonífera constituída do pacote pelítico com carvão (K_1b_1 no mapa fotogeológico) sucedendo-se um pacote gresoso (K_1b_2, no mapa), sobre o qual jazem espessas camadas de arcóseos grosseiros (K_1c, no mapa). A oeste da área, na região das bacias dos Pitões e rio Vúzi, formam um relevo de cristas e vales, bastante dissecado a partir das proximidades do rio Mongoé para leste.

A unidade K_2 litologicamente compõe-se de argilitos vermelhos, margas, grés fossilíferos e grés argilosos. Ocorre apenas em uma área topograficamente deprimida (bacia dos Pitões), com uma cobertura vegetal mais densa (do tipo savana densa) que, aliás, é comum às regiões mais baixas.

O Karroo Superior (K_3) consiste de espessas camadas de grés arcósicos, ferruginosos consistentes e grés pouco coerentes, conglomeráticos com comportamento fisiográfico distinto: a leste do rio Mongoé encontra-se profundamente dissecado, com níveis gresosos formando cristas alongadas mas de expressão topográfica reduzida; a oeste da albufeira e sudoeste do rio Vúzi exibem uma notável sucessão de homoclinais, com desenvolvimento de cuestas e com declives ("dip-slope") controlado aproximadamente pela direção a ângulo de mergulho das camadas. Os vales seguem a direção das camadas mais resistentes(grés e grés conglomeráticos). Os principais cursos dágua transpõem as "cuestas" (rios consequentes) e a drenagem subsequente acomoda-se à direção das camadas com tributários mais longos seguindo o mergulho e os de pequeno curso correndo sobre o declive oposto ao da "cuesta". O padrão de drenagem resultante é em treliça.*

No Sinclinal do Vúzi, porém, a drenagem já tem um padrão dendrítico concêntrico, com o rio maior indicando claramente o dobramento. Particularmente, neste local, o contraste fotográfico tonal e as características erosionais do terreno mostram as diferenças litológicas dentro da Unidade K_3 (ver aerofoto-fig.2) a unidade K_3g_1-em tons fotográficos mais claros, consiste em intercalações de grés arcósicos; a unidade K_3g_2, em tons fotográficos escuros, é cons

**Observa-se que a área, acima descrita, encontra-se hoje quase que integralmente submersa pela albufeira de Cahora Bassa, sendo possível tal descrição porque as fotografias aéreas são anteriores à construção da albufeira e também porque a observação do conjunto facilita a compreensão do quadro geológico da área do Projeto.*

tituída por horizontes de grés pouco coerentes, com níveis conglomeráticos; a unidade K_3g_3 - tons fotográficos claros e com drenagem bem definida - é formada por grés consistentes; por último a unidade K_3g_4, em tons cinza-escuro, consiste predominantemente em intercalação de pelitos diversos com grés.

É notável o acamamento nessas rochas porque a superfície topográfica coincide, em muitos locais com a superfície estrutural.

Como a seção - tipo de sequência do Karroo, na África do Sul, contém uma rica assembléia de fósseis, sua idade é bem estabelecida. A sedimentação começou no final do Carbonífero estendendo-se até o Permiano.

B - Karroo Vulcânico

As rochas vulcânicas da área exibem as feições geomorfológicas típicas destes terrenos, isto é, constituem mesetas ou pequenos platôs, diques e "sills" e chaminés (pitões). Estas características tornam-nas facilmente distinguíveis nas fotografias aéreas.

Os basaltos e doleritos ocorrem sob forma de enxames de diques ou mesmo isoladamente, ou ainda formando a cumieira de serrotes alongados com direção predominantemente E-W, ou seja, paralelos à direção dos falhamentos do bordo da bacia.

Salientam-se topograficamente por sua maior resistência à erosão e exibem tons fotográficos escuros devido ao desenvolvimento de cobertura vegetal mais densa.

Os "sills", por outro lado, que ocorrem no domínio da sequência sedimentar do Karroo, mostram-se topograficamente alçados, quando inalterados, em tons fotográficos bem claros e, nas porções denudadas, exibem uma textura fotográfica mosqueada característica. Afloram no Sinclinal do Vúzi, encaixados concordantemente no contato da unidade K_3 do Karroo com a Cobertura pós-Karroo (c_2), estando parcialmente recobertos, a sul da área, pelas águas da albufeira (formam ilhas). Outra ocorrência de basaltos e doleritos registrada é na porção sudoeste da área investigada, novamente intercalado concordantemente no contato entre K_3 e C_2. Apresenta ca

racterísticas geomorfológicas idênticas a anterior. A oeste do rio Vúzi, uma pequena mesa, aqui interpretada duvidosamente como de rochas basálticas, trunca a sequência de rochas sedimentares que constituem o sinclinal do Vúzi.

Os derrames ácidos (riolitos, granófiros, tufos, ignimbritos e brechas) constituem a parte mais elevada da área como, por exemplo, no monte Matêmoé com altitude em torno de 760 metros. Distribuem-se em uma faixa contínua, leste-oeste, acompanhando o bordo da bacia paleozóica. Formam mesetas ou pequenos platôs de escarpas íngremes e abruptas, não chegando a se implantar um sistema de drenagem bem definido em seu topo. Fotograficamente exibem uma textura áspera, com tonalidades claras e escuras reflexo da distribuição heterogênea da vegetação que os cobre. É interessante observar que os diques - provavelmente da composição básica (doleritos)-são "interrompidos" no contato com as rochas de composição ácida, denotando que os diferenciados ácidos representam um estágio posterior de atividade vulcânica.

As chaminés ou pitões de rochas carbonatíticas e associadas representam também uma feição geomorfológica conspícua da área. Foram interpretados 16 corpos intrusivos com dimensões reduzidas, com diâmetro não ultrapassando 1 km, sendo a mais notável a chamada "bacia dos Pitões" pela quantidade de corpos intrusivos.

É interessante observar que as rochas alcalinas introduziram-se nas proximidades do bordo da bacia mas preferencialmente no domínio das rochas sedimentares, havendo apenas um corpo no contato com o embasamento cristalino.

As duas chaminés de leste, entre os rios Bohozi e Mongoé, formam um cone, em tons fotograficamente escuros devido à exuberância da vegetação, que se eleva topograficamente em meio ao relevo aplainado da unidade K_1b_1 (sequência do Karroo).

Na bacia dos Pitões onde existe um verdadeiro campo de alcalinas carbonatíticas, pequenos cones com topos ponteagudos, pela erosão, chegam a constituir morros de topo tabular, quase sempre com cobertura vegetal menos densa que a unidade K_2 mas semelhante a das unidades do Karroo Inferior.

Uma feição comum é o desenvolvimento de cones aluviais em torno dos pitões carbonatíticos.

É importante ressaltar que não se nota distúrbio visível no contato das alcalinas com as encaixantes, mesmo nas sequências sedimentares com acamamento visível nas fotografias aéreas.

Não há dúvida quanto à associação desse vulcanismo com o sistema de "rifting" da África Oriental. Portanto, sua idades estão intimamente correlacionadas com este evento. Embora, seja questionável a formação de novos "rifs" ao longo de linhas estruturais antigas, na área estudada o "rift" do médio rio Zambeze está indubitavelmente ligado a reativações tectônicas sobre "trends" estruturais antigos.

As datações radiométricas disponíveis (método K/Ar) em doleritos na África do Sul situam-se na faixa entre 150 a 190 m.a. , isto é, Jurássico. Supondo-se que os estágios ácidos e alcalinos sejam posteriores, é possível admitir-se uma idade Cretácea,talvez até Terciária, para estas rochas.

3.4.1.3 - Cobertura pós-Karroo

Na área de maior dissecação, ocorrem as rochas atribuíveis à cobertura pós-Karroo (c_1 e c_2).

Como característica marcante para sua individualização nas fotografias aéreas tem-se a ausência de evidências de movimentos tectônicos, fato aliás, já assinalado por Carvalho (1977). Ocorrem nas áreas topograficamente mais baixas, nas vizinhanças do rio Bohozi, a sudoeste do rio Mongoé, no sinclinal do Vúzi e na porção sudoeste da área. Estão cobertos pela vegetação tipo savana, não exibindo acamamento visível nas aerofotos, aparentando ter atitudes horizontais.

Recobrem, indistintamente, as unidades sedimentares do Sistema Karroo e em alguns locais mascaram completamente sua observação.

Parecem tratar-se de terraços compostos de sedimentos grosseiros, areno-argilosos, com abundantes seixos e calhaus de até 20 cm de diâmetro, angulares ou sub-rolados, com má esferici

dade. Vasconcelos (1982) descreve-os como grés de grão médio a grosso, feldspáticos, sendo que para o topo tornam-se ferruginosos com leitos de calhaus rolados.

É possível que, pelo menos em parte, os sedimentos englobados nessa unidade possam representar alterações "in situ" das rochas do Karroo subjacente (elúvios). As descrições litológicas disponíveis não coincidem com as descrições das sequências clássicas superiores do Karroo (tipo Beaufort ou mesmo Stormberg), favorecendo a idéia de Vasconcelos (op.cit.) que põe em dúvida a inclusão deste pacote no Sistema Karroo. Como mencionado no início deste capítulo, preferiu-se, face aos dados coligidos, modificar a posição cronoestratigráfica da unidade, colocando-a no Cretáceo, sem descartar a possibilidade de uma idade Terciária para a mesma.

3.4.1.4 - Depósitos aluvionares e coluvionares

De ocorrência restrita na área, uma vez que suas maiores exposições (ao longo do rio Zambeze) acham-se hoje totalmente submersas pelas águas represadas.

Tratam-se de depósitos com densa vegetação, quando mais argilosos e por isso mesmo em tons escuros nas aerofotos ou em tons fotográficos mais claros (às vezes esbranquiçados) quando há predomínio de material gresoso. Uma feição notável (hoje submersa) nas aerofotos é a interpretada como barra de pontal subatual que se verifica a leste do rio Mongoé que, devido ao elevado estágio de denudação da área, exibe feições lineares que, num primeiro relance, sugeriam a presença de acamamento e a interpretação de dobramentos dos sedimentos do Karroo sotopostos. Foi necessário um exame cuidadoso para perceber a diferença entre o acamamento da rocha subjacente e as feições da barra de pontal provocadas pelo deslocamento do curso do rio.

Estes depósitos atuais e sub-atuais consistem de areias, calhaus, siltes e argilas que ocorrem bordejando os cursos d'água maiores da região (Q_1); ou consistem de calhaus e argilas nos depósitos de vertente e de sopé (Q_2) que margeiam as chaminés alcalinas ou a escarpa de falha E-W que limita a Bacia Chicôa-Mecucoé.

Sua idade foi atribuída ao Terciário-Quaternário.

3.4.2 - Aspectos Estruturais

A bacia do rio Zambeze constitui um "graben" associado ao sistema de formação de "rift" na África Oriental, instalado em zonas de fraqueza existentes no Precâmbrico (Longyear, 1955, in Vasconcelos, 1982). O tema sobre a instalação de "rifts" superpostos a linhas estruturais pré-existentes é controvertido mas no caso especificamente analisado, como mencionado antes, parece não existir dúvidas. De fato, a implantação do "rift" fêz-se sobre linhas estruturais, provavelmente existentes desde o Precâmbrico. A razão é a seguinte: há uma ligação cogenética entre a atividade vulcânica e o desenvolvimentode "rifts". Em vários locais do mundo, são conhecidos três tipos de atividades ígnea relacionada com os "rifts" continentais: intrusões de diques básicos e complexos alcalinos e extrusão de lavas básicas de natureza toleítica e seus diferenciados ácidos. Ora, estas atividades ígneas ocorrem na área de Mucanha-Vúzi. Além disso, distribuem-se justamente ao longo do sistema de falha E-W, que delimita a bacia do rio Zambeze, o que se encontra em atividade, pelo menos, desde o Permo-Carbonífero, não se descartando a possibilidade de que estas estruturas existissem desde o Precâmbrico.

Estruturalmente a área em estudo caracteriza-se por uma tectônica de blocos, "horsts" e "grabens", associada ao movimento do "rift". O exame das aerofotos e do mapa fotogeológico comprova que os elementos estruturais mais proeminentes são as falhas de direção E-W , secundariamente as de direção NW e, por último, as falhas de direção NE, observando-se esta ordem de importância. Diques de quartzo-brechóide e de dolerito ocorrem segundo estas direções.

As camadas do Karroo Inferior dispõem-se na direção E-W, acompanhando o limite setentrional da bacia, com evidências de terem sido afetadas apenas por uma tectônica rígida. Por outro lado, os mergulhos das rochas do Sistema Karroo sedimentar, em geral,baixos a moderados, não ultrapassam 30°, comprovando que o resulta

do da deformação foi predominantemente de alongamento dessa porção de crosta (ver secções geológicas esquemáticas, Anexo 2).*

Os dobramentos existentes, como no sinclinal do Vúzi e na área a leste do rio Mongoé, são abertos, com eixos mergulhantes para nordeste e sul, respectivamente, constituindo flexuras associados aos falhamentos de blocos. O traçado das linhas de forma sugere a existência de um escalonamento de blocos altos e baixos, delimitados por falhas de direção NW, aos quais parece associar-se o sinclinal do Vúzi (bloco estruturalmente rebaixado), ao passo que a nordeste e sudoeste do sinclinal, a descontinuidade das linhas de forma sugerem a existência de blocos estruturalmente elevados.

Na área de Moatize, geologicamente similar a de Chicôa-Mecucoé, são assinalados planos de falha com mergulho da ordem de 60°, com rejeitos frequentes de 10-25 m, sendo que raramente se desenvolve material milonítico (Limex/Kombinat, 1981).

Na área investigada, o sistema de falha leste-oeste que baliza a bacia, possui um rejeito provavelmente superior a 300m e corresponde a um sistema de caráter regional pois corta a área em toda sua extensão por mais de 25 km. Os planos de falhas são aparentemente verticais e subverticais.

Embora no relatório da Limex/Kombinat (op.cit., 1981) esteja registrado que as falhas ocorrem amiúde, dois fatores contribuiram para dificultar a identificação de falhamentos nas fotografias aéreas: a) a presença da unidade pós-Karroo, de ampla distribuição superficial na área, mascara os elementos estruturais do Sistema Karroo; b) ausência, ou pouca expressão nas aerofotos, de faixas com desenvolvimento de milonitos. Os alinhamentos de escarpas ou de segmentos retilíneos da drenagem e o truncamento de estruturas foram os critérios mais comumente utilizados para assinalá-las. A despeito destas limitações sempre que possível foi inferido o movimento relativo dos blocos.

Em suma, os espessos depósitos de sedimentação Karroo foram acumulados em depressões do embasamento, de origem tectônica ("graben", provavelmente acentuando direções de falhamentos mais

* *As secções geológicas não sofreram, propositalmente, correções do mergulho de acordo com o exagero vertical, para dar não só maior realismo mas também pelo fato de serem esquemáticas.*

- Area do Sinclinal do Vuzi onde se vêm as diferenças litológicas dentro da Unidade K_3; note-se o visível acamamento nas rochas devido a coincidência da superfície topográfica com a superfície estrutural. Os falhamentos estão provavelmente relacionados ao fraturamento longitudinal do "rift" do vale do Médio Zambeze, de direção aproximadamente E-W. A unidade K_2 ocorre em uma área topograficamente deprimida (Bacia dos Pitões) onde as rochas vulcânicas (β e γ) constituem mesetas, pitões ou pequenos platôs **(FIG.2).**

antigos)formadas e evoluídas no tempo correspondente ao Sistema Karroo. Reativações devem ter ocorrido a partir do Mesozóico,intermitentemente, afetando as rochas do Karroo e propiciando condições para a instalação do vulcanismo básico, posteriormente ácido e, finalmente, carbonatítico.

CPRM

4 - GEOLOGIA ECONÔMICA DOS CARVÕES

4. GEOLOGIA ECONÔMICA DOS CARVÕES

Na abordagem dos assuntos, são ressaltados alguns aspectos relacionados com o estágio atual dos conhecimentos, de interesse para o desenvolvimento de trabalhos futuros. Desta maneira, são comentados tópicos pertinentes à estratigrafia, como fundamento da pesquisa geológica, a primeira aproximação de análise da bacia de Zambeze para planejamento dos métodos exploratórios propostos e as perspectivas econômicas para carvões de alto teor de cinzas, utilizando o modelo brasileiro.

Diferentes termos utilizados na bibliografia internacional, assim como outros que são adotados nas regiões mineiras do Brasil, são definidos no Apêndice. Ilustram principalmente a atual situação de mercado brasileiro, para o aproveitamento comercial de carvões de altos teores de cinza.

4.1 - Estratigrafia

Desde a introdução do nome de Série Karroo para as camadas sobrejacentes aos tilitos Dwyka, em 1856, os sucessivos trabalhos sobre a divisão estratigráfica desta importante bacia da África meridional tem sido extremamente influenciada pelo rico conteúdo das associações de vertebrados fósseis.

Assim, tem imperado, a partir de 1906, o zoneamento bioestratigráfico proposto por Broom (1906) que foi utilizado com caráter não só cronoestratigráfico, como litoestratigráfico, para o Sistema Karroo, na República da África do Sul.

Como a bacia do Karroo, de grande extensão, tem sua área de influência além da fronteira entre os países, houve nos trabalhos geológicos, uma tendência para sempre que possível adotar aquela nomenclatura. Assim, nos trabalhos prévios realizados na bacia do Zambeze foram utilizados as correlações com as divisões estratigráficas da bacia do Karroo (Carvalho, 1977).

Através do recente guia de classificação estratigráfica (Hedberg, 1976), foram estabelecidas as normas de procedimentos, o

rientando em caráter internacional as diferentes unidades de mapeamento. Pode ser observado, que nos trabalhos da bacia do Karroo, há uma nova preocupação para formalizar as unidades estratigráficas separando-as em litoestratigráficas, bioestratigráfica e cronoestratigráficas. Esta conceituação está introduzida, nos trabalhos divulgados na República Sul Africana em textos (Kent, 1980) e mapas (Nortman, 1981).

Para a pesquisa de carvão é importante um correto posicionamento litoestratigráfico, pois os controles do jazimento estão intimamente relacionados com a evolução estratigráfica da sequência de fácies. No desenvolvimento dos trabalhos poderá ser realizado o enquadramento formal das unidades em estudo, em coluna estratigráfica, de acordo com normas da Subcomissão Internacional de Classificação Estratigráfica (Hedberg, op.cit.).

Para a República Popular de Moçambique, é conveniente que haja uniformização de conceitos e definições para todos os trabalhos que estão em desenvolvimento na região. Isto representará não só um acesso mais simples ao conhecimento com fins econômicos, mas também um novo patrimônio cultural, para o Gondwana da África.

4.2 - Análise da Bacia Sedimentar do Rio Zambeze

Como resultado da integração de informações de superfície e subsuperfície derivou a presente concepção, pela qual as diferentes atuações do comando tectônico impôs antigos sistemas deposicionais, que interrelacionam a história evolutiva da bacia com os processos de formação, preservação e maturação das camadas de carvão.

Os procedimentos estratigráficos aplicados na rotina são hierarquizados na seguinte ordem, do comando maior para o menor:

4.2.1 - Ambiente Geotectônico

O estilo estrutural do arcabouço da bacia sedimentar do rio Zambeze mostra que o controle da sedimentação paleozóica foi

iniciada sob o comando do sistema de falhamentos de direção principal leste-oeste e falhas oblíquas associadas de menor expressão sugerindo um conjunto em mosaico de blocos escalonados.

Pelas diferentes atuações do arcabouço tectônico, com predomínio da direção leste-oeste, foram estabelecidos os grandes ciclos de sedimentação que correspondem a unidades tectono-sedimentares e a sistemas deposicionais e posteriormente a implantação e localização dos complexos vulcânicos da idade jurássica-cretácica.

4.2.2 - Sistemas Deposicionais - Fácies/ambiente

O conceito de sistemas deposicionais (Fisher & Brown,1972) representa a moderna escola estratigráfica americana, para utilização em grandes empreendimentos petrolíferos, principalmente do Gulf Coast.

Extensivamente vem sendo aplicado em pesquisa de carvão, havendo excelente e volumosa bibliografia com descrição dos diversos tipos de jazimentos. Para os projetos da CPRM vem sendo aplicados nas bacias carboníferas brasileiras e sua funcionalidade, já testada, permitiu a descoberta de novos jazimentos.

Seu estudo exige necessariamente a combinação de procedimentos estratigráficos (idade, correlação, mapas, etc) com a compreensão dos processos sedimentares. Portanto, seu estudo poderá ser executado em paralelo com a formalização de unidades estratigráficas sugerida, seguindo a Classificação Estratigráfica Internacional.

Os sistemas deposicionais são definidos como o conjunto tridimensional de fácies sedimentares interrelacionadas, e que são interpretadas por suas afinidades genéticas com ambientes e processos sedimentares.

Para a bacia do rio Zambeze, a apresentação dos principais componentes do meio geológico evidenciados, constituem uma apresentação introdutória dos tópicos que serão desenvolvidos e detalhados no decorrer da pesquisa. É uma proposta de trabalho flexível, para ser testada na prática, até a apresentação de um modelo

operacional, das característivas geológicas e mineiras.

Pelo estágio atual dos conhecimentos, são estabelecidas as seguintes correspondências de grandes ciclos de sedimentação traduzindo as relações do arcabouço tectônico para imposição dos antigos ambientes de sedimentação aqui interpretados essencialmente por associações litológicas:

- primeira fase tectono-sedimentar que corresponde à configuração do "graben", relacionando ao início do tectonismo vertical com a formação de sistemas posicionais de leque aluvial ou fanglomerados (K_1a) que vão se localizar ao longo da borda da bacia.

A sequência denominada "Série Carbonífera" (K_1b_1 e K_1b_2) é marcada por subsidência lenta e contínua com a instalação de sistemas deposicionais com características de rios meandrantes com evolução cíclica de fácies (canal e transbordamento), atingindo a colmatação da bacia com ambientes paludais extensos, propiciando a formação de turfeiras que nesta fase final deram as camadas mais espessas de carvão (Fig. 3).

É uma fase de biostasia, com dominância de agradação, e a estabilidade da cobertura vegetal não só é atestada pelas camadas de carvão,como também pela típica flora de Glossopteris e Pecopteris (Borges, 1952), formadora de florestas em climas úmidos.

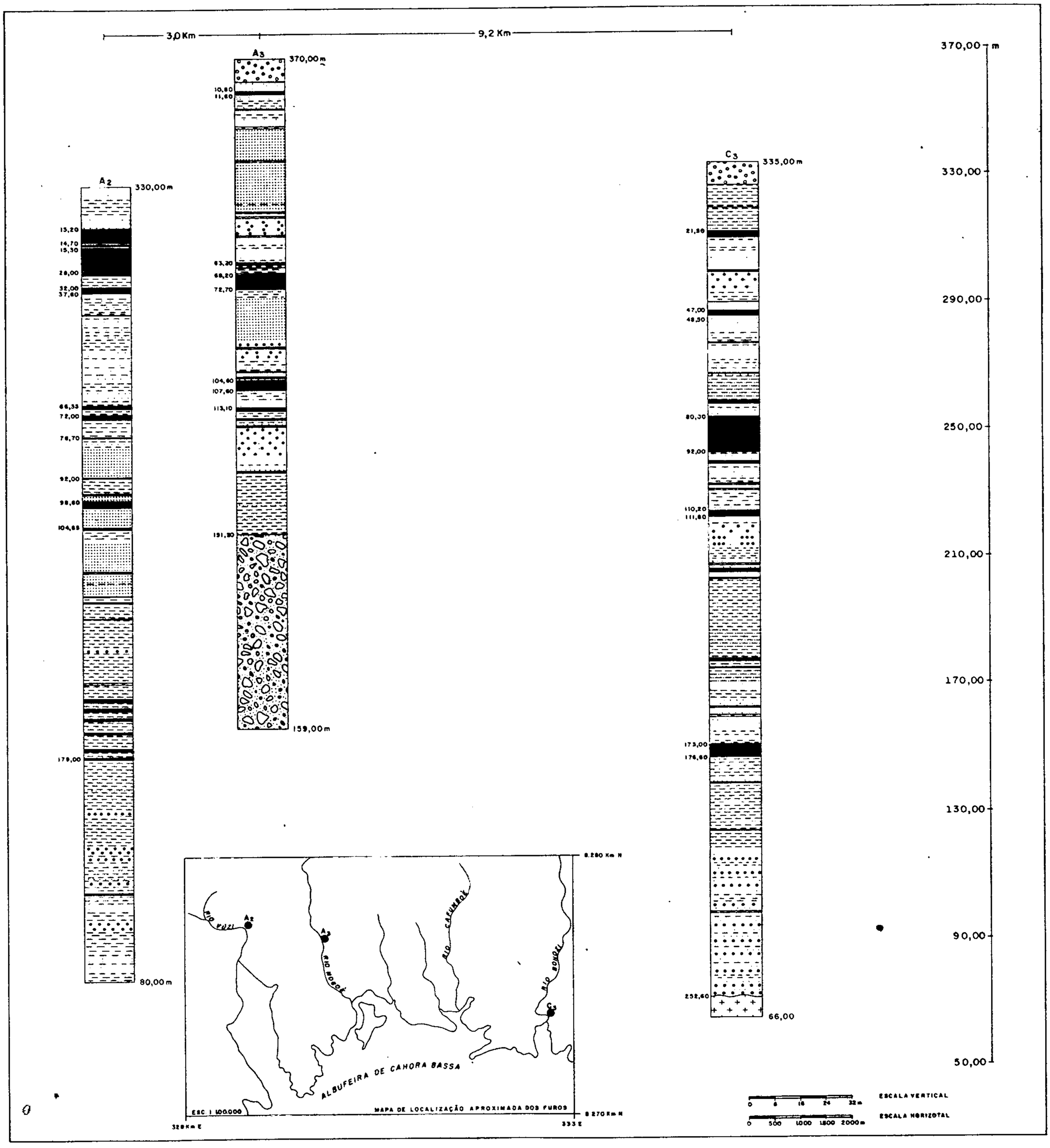
- segunda fase tectono-sedimentar quando os processos sedimentares denotam inversão de tendências, com fenômenos rexistásicos, passando a haver erosão ativa nas área altas e deposição de espessas camadas de arcósios grosseiros (K_1b_3) em provável sistema fluvial (deposição rápida inferida pela presença dos feldspatos) com o clima passando a árido.

Nas áreas rebaixadas, a oeste da folha, é registrado o predomínio de pelitos-argilitos e margas (K_2).

Troncos silicificados e arenitos argilosos vermelhos indicam continuação da tendência à aridez, em um sistema deposicional de linha de costa mista (clásticos terrígenos e carbonosos).A baixa energia do ambiente é identificável pela estratificação para

REPÚBLICA POPULAR DE MOÇAMBIQUE

GABINETE DO SECRETÁRIO DE ESTADO
DO CARVÃO E HIDROCARBONETOS-GSECHI
PROGRAMA MUCANHA VUZI - GSECHI/CPRM



PERFIS LITOLÓGICOS DE FUROS
DE SONDAGEM EXECUTADOS
(HODGSON, 1974)

CPRM
Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - Brasil
Execução do Programa Szubert et alii - 1982

Fig. 3

lela, em grande extensão, como é visto nas fotos aéreas.

- terceira fase tectono-sedimentar com forte movimentação tectônica ainda na direção leste-oeste, separando a área próxima à borda da bacia que permaneceu estável, e a parte mais distal, onde houve subsidência diferencial. A oeste passou a ser constituída uma depressão que encaixou espessa sequência arcósiana, enquanto que a leste, as áreas sofreram menor movimentação. A oeste, esforços compressivos, dobraram as camadas K_3, que posteriormente foram expostas.

As possíveis extensões das camadas de carvão, formadas em menor profundidade, por estas movimentações posteriores estariam situadas em maior profundidade. As locações de furos nestas áreas exigirão maior metragem para alcançar as camadas de carvão. Como exemplo é citado o A_1 que foi abandonado a 125 metros e perfurou apenas as camadas superiores.

4.2.3 - Mudanças pós-acumulação

O complexo de vulcânicas instalado ainda preferencialmente leste-oeste, na direção do "rift", é um parâmetro a considerar por ter uma possível influência no grau de maturação das camadas de carvão. Contribuindo por elevar a temperatura dos sedimentos, permitiu a evolução local do carvão até o "rank" dos betuminosos.

O tectonismo mais enérgico da fase de formação do "rift" introduziu maior complexidade geológica, acentuando direções de antigos falhamentos, e movimentando novos blocos de falha. Este fator é preponderante para a classificação das áreas de jazimentos, pois, irá influir, tanto na pesquisa mineral, como para a definição de unidades mineiras.

4.2.4 - Camadas de Carvão e Subsidência

Em trabalho realizado por Mackowsky (1968) para a bacia do Karroo, ficou evidenciado que as camadas de carvão originadas em áreas de maior subsidência tendem a ser mais frequentes com maior espessura, inclusive com melhor composição petrográfica.

Na área em estudo, comportamento similar pode ser inferido quando se compara os perfis litológicos A_2, A_3 e C_3 (fig. 3).

Pela cota da base da "Série Carbonífera" (K_2b_1 e K_1b_2)nos furos citados, pode ser observado que às posições estruturais mais baixas (no furo A_2 é maior do que 80 metros e no furo C_3 é situada a 77 metros), correspondem ao maior espessamento de camadas, enquanto que no furo A_3, a tendência de alto (151 metros) corresponde às camadas mais delgadas.

Desta correlação emerge um critério geológico prático, aplicável à pesquisa e ao planejamento das locações de sondagem.

4.3 - Qualidade do Carvão

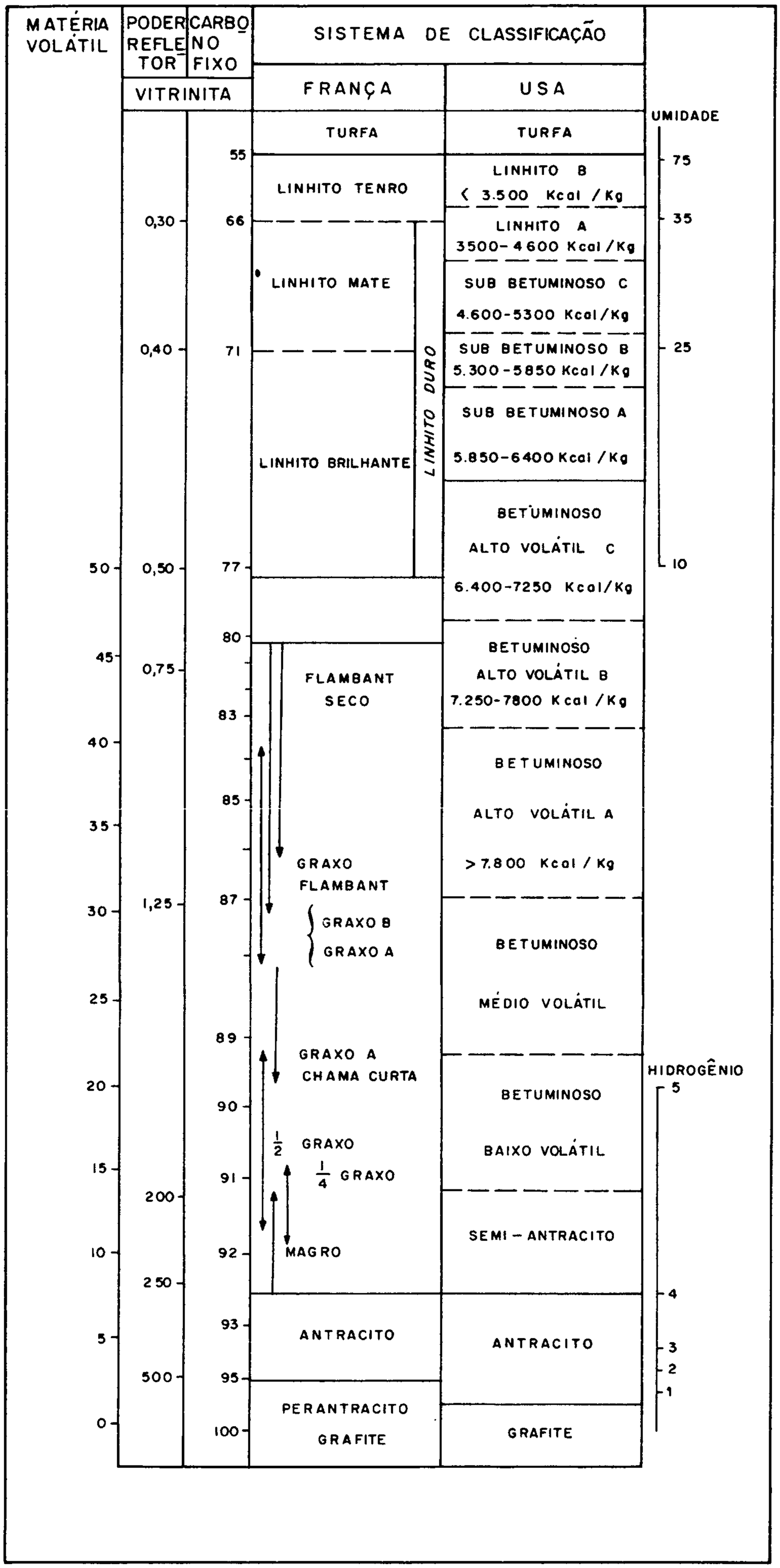
Pela importância crescente que assume o carvão, na economia mundial, há um permanente esforço para se estabelecer padrões de referência de caráter mundial.

As classificações de uso mais corrente são francesas e norte-americanas (Quadro 2) onde estão alinhadas os estágios sucessivos de maturação, numa linha evolutiva contínua, que dependem do tempo geológico no qual se deu a acumulação, e a temperatura atuante em milhões de anos em que permaneceu soterrado.

As determinações destes índices evolutivos ou "rank" obtidas através de várias análises químicas nos carvões dos furos A_1, A_3 e C_3 (Lemos, 1977), os enquadram na categoria hulhas gordas (França) ou betuminosos de médio volátil (U.S.A.). Ainda de grande importância são as medidas de propriedades coqueificantes tabelados, com os índices de inchamento (Free Swelling Index - F.S.I.)variando de 5 a 8.

Com os resultados apresentados nos ensaios de lavabilidade (Lemos, op.cit.) iniciais, é possível prever que teores variáveis serão separados durante a produção extrativa, para vários usos industriais.

CLASSIFICAÇÃO GEOLÓGICA DOS CARVÕES



QUADRO 2

4.4 - Perspectivas Econômicas

Expressivo volume da produção de carvão no mundo é destinado tradicionalmente para uso em coqueria e caldeiras para geração de termoeletricidade, com aplicação em menor escala em fornos rotativos de redução direta e em fornos de cimento.

As novas perspectivas da economia mundial, com os países procurando garantir suprimentos energéticos substitutivos de petróleo mudaram substancialmente este quadro, pois ao lado destes usos estabelecidos, estão sendo concretizados novos usos antes considerados potenciais, como exemplo a gaseificação, liquefação, etc.

Com a potencialidade carbonífera da área Mucanha Vúzi, estimada em prováveis 70 milhões de toneladas possíveis 195 milhões de toneladas e tendo em vista, as qualidades até agora definidas para estes carvões, é possível prever para os mesmos várias aplicações práticas. Baseado nesta assertiva,são brevemente revistos no campo de aplicação industrial, os diversos processos dos quais participam o carvão, mineral, inclusive, de maiores teores de cinzas, que é o caso em apreço.

Principais Usos Industriais

1º) Coqueificação

O carvão genericamente denominado carvão metalúrgico, é um carvão de alta qualidade ("Grade") e avançado estágio de maturação ("rank"), que apresenta propriedades especiais, ditas coqueificantes quando aquecido a elevada temperatura em atmosfera isenta de oxigênio. São essas propriedades: a plasticidade, o poder aglutinante e o aumento de volume (Free Swelling ou Inchamento Livre). Este é o tipo de carvão utilizado na fabricação do coque siderúrgico.

Os carvões metalúrgicos de boa qualidade possuem baixo teor de cinzas, de 4% a 9%, baixo teor de enxofre, de 0,5% a 1,1 % teor de matérias voláteis variando entre 20% e valores elevados de F.S.I. (Free Swelling Index ou Grau de Inchamento Livre), entre 7 e 9.

Os carvões metalúrgicos brasileiros, (utilizados no Parque Siderúrgico) são normalmente de baixa qualidade, tendo sido fixados para os mesmos, os seguintes valores:

- teor máximo de cinzas: 18,5%
- teor máximo de enxôfre: 1,8%
- FSI mínimo: 2,5

Devido à baixa qualidade do carvão metalúrgico brasileiro, torna-se necessária a sua mistura com carvões metalúrgicos importados para a obtenção de um produto utilizável.

2º) Redução Direta de Minérios de Ferro em Fornos Rotativos

Neste processo são consumidos carvões de poder coqueificante baixo ou nulo e o produto manufaturado é o ferro-esponja.

As possibilidades deste processo no Brasil são amplas desde que o parque industrial seja instalado na proximidade da mina.

Os limites máximos de teor de cinzas são respectivamente de 35% para o processo SL/RN e de 30% para o processo ACCAR.

3º) Forno Elétrico de Redução

O carvão pode ser amplamente utilizado neste processo de grande flexibilidade operacional, aceitando coque de alto teor de cinzas.

Na produção de ferro-gusa em fornos elétricos, seu uso pode ser associado ao de carvão vegetal, e o carvão pode ter até 40% de cinzas.

4º) Gaseificação

Determinados tipos de carvão mostram condições técnicas e econômicas para produção de gás, porém quanto menor for o teor de cinzas, maior é o rendimento do processo. O limite máximo do teor de cinzas para que o processo seja economicamente viável, é atualmente estabelecido em 40%.

O processo da gaseificação do carvão pode ser usado para a obtenção de:

a) gás domiciliário;
b) gás de síntese, como fase intermediária para produzir amônia, metanol e hidrocarbonetos;

c) gás redutor para siderurgia;

d) gás combustível limpo para uso industrial e para geração de energia elétrica.

5º) Geração de Vapor

O uso de carvão na geração de vapor, que é clássico em muitos países, poderá ser importante fator de economia, tanto para a geração de energia elétrica para distribuição externa e uso cativo de termoelétricas, como para unidades industriais para gerar energia elétrica e utilizar vapor no próprio processo industrial.

Abaixo se enumeram algumas das utilizações que no Brasil já têm ou virão a ter os carvões não coqueificáveis com teor de cinzas de 40% a 53%.

Utilização da energia térmica, mecânica, e de vapor nos seguintes segmentos industriais: termoeletricidade; papel, celulose e madeira; têxteis; petroquímica; industrias alimentícias; bebidas; plásticos; borracha; fumo; açúcar; cerâmica e metalurgia em geral.

O moderno processo de combustão em Leito Fluidizado apresenta a grande vantagem de não haver limitações quanto ao tipo ou qualidade do carvão a ser queimado, permitindo o uso econômico de carvões com baixo poder calorífico e elevado teor de cinzas e enxôfre, na geração de vapor, energia térmica e elétrica.

Este processo permitiu a utilização, com eficiência, de carvões com teores de cinza superiores a 53% e até mesmo de rejeitos com 70% a 80% de cinzas provenientes das instalações de beneficiamento.

Caldeiras a óleo e gás podem ser convertidas para tipos que comportem versatilidade de combustível.

6º) Forno Rotativo para Fabricação de Cimento

O uso de carvão nos fornos de cimento é hoje uma meta já estabelecida em diversos países face às necessidades de substituição de combustiveis derivado de petróleo, havendo inclusive vantagens técnicas com a incorporação das cinzas do clinquer.

- indústria de cimento (fornos rotativos): até 35% de cinzas, podendo ser admitidos carvões com 40% de cinzas, dependendo da pureza do calcário empregado na fabricação do clinquer.

CPRM

5 - PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA MINERAL

5. PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA MINERAL

Segundo o contrato GSECHI/CPRM, as etapas posteriores da pesquisa geológica prevêm a confecção de bases planialtimétricas 1: 20.000, mapeamento geológico de detalhe (1:20.000), geofísica terrestre, hidrogeologia, sondagem, perfilagem e estudos de laboratório que serão integrados na fase final do projeto, no intuito de calcular as reservas e as características geológicas do jazimento. As especificações técnicas referentes a estas atividades constam do contrato GSECHI/CPRM.

A cartografia e o mapeamento geológico deverão cobrir toda a área do Projeto, enquanto que a pesquisa hidrogeológica e os estudos de laboratório serão função dos resultados obtidos no decorrer da pesquisa.

Como fase imediata para execução,são apresentados os planos para geofísica terrestre e sondagem nas áreas selecionadas durante a fase de fotointerpretação geológica e pesquisa bibliográfica.

5.1 - Geofísica Terrestre

O levantamento gravimétrico e magnetométrico previsto, será seletivamente realizado visando à orientação da programação dos furos de sondagem.

A escolha dos perfis geofísicos (Anexo 3) foi feita em base aos elementos obtidos no mapeamento fotogeológico, levando-se em conta os seguintes aspectos geológicos:

- áreas de maior complexidade estrutural;
- mergulho regional das rochas sedimentares do Sistema Karroo (especialmente a Série Carbonífera) para o quadrante sul;
- falhamentos antigos de bordo da bacia carbonífera Chicôa-Mecúcoè de direção E-W e com plano de falha ligeiramente mergulhante para sul;

- estruturação em blocos ("horst" e "graben") das falhas de direção NW-SE, com planos de falhas subverticais;
- presença de vulcanitos;
- cobertura pós-Karroo mascarando as feições estruturais subjacentes.

5.2 - Sondagem

No planejamento dos furos de sondagem foram seguidos os critérios apresentados na fig. 4, considerando-se:

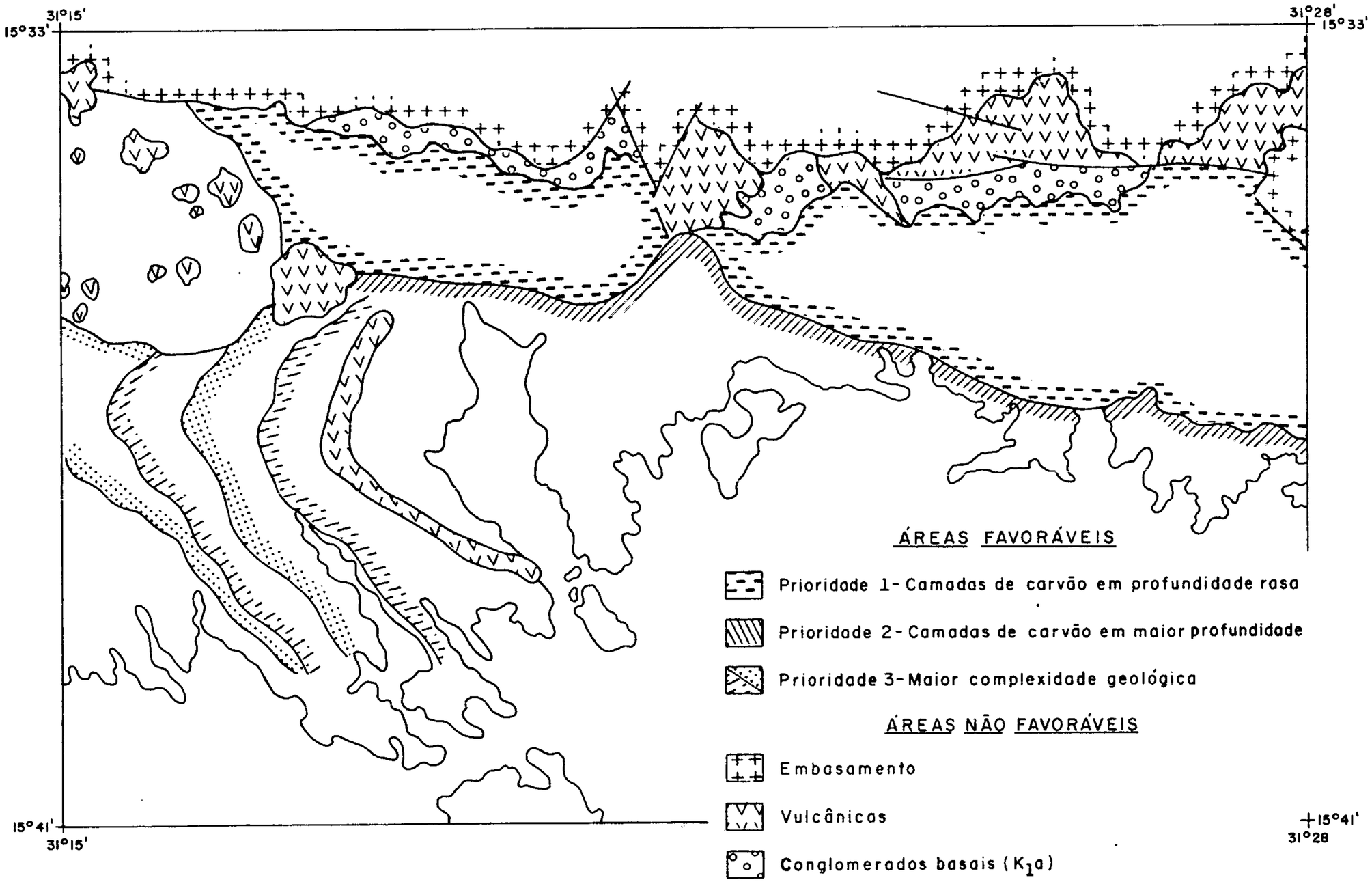
- a metragem total prevista no contrato GSECHI/CPRM de 10.000 m;
- a área útil prospectável para carvão da ordem de 120 km²
- as profundidades estimadas do embasamento cristalino de aproximadamente 200 m na faixa N, mais rasa, (área de prioridade 1) e 300 m na faixa S, no sentido do centro da bacia (área de prioridade 2);
- e, essencialmente, os aspectos de geologia, procurando-se evitar o Conglomerado Basal do Karroo Inferior, as erupções básicas, ácidas e carbonatíticas, as zonas de falhas (áreas não favoráveis para carvão).

A compatibilização deste elementos básicos permitiu estimar a perfuração de cerca de 45 furos, distribuídos em 3 blocos distintos de pesquisa (Vúzi/oeste, Mongoé/central e Bohozi/Leste) (Anexo 2) e duas faixas de direção E-W, com as seguintes distribuições:

1ª) faixa norte, próxima à linha de contato com o embasamento cristalino:
- malha aproximada 1,0 km x 1,0 km
- profundidade média máxima: 200 m
- 35 locações

2ª) faixa sul, próxima às águas da albufeira de Cahora - Bassa:
- malha aproximada: 2,0 km x 2,0 km
- profundidade média máxima: 300 m
- 10 locações

PROGRAMA MUCANHA-VUZI - GSECHI/CPRM



MAPA PREVISIONAL PARA LOCAÇÃO
DE PERFIS GEOFÍSICOS E
FUROS DE SONDAGEM

CPRM-BRASIL

FIG. 4

QUADRO PREVISIONAL DOS FUROS E METRAGENS

Profundidade / Bloco	200 m	300 m	Nº DE FUROS PREVISTOS
VUZI (oeste)	7	6	13
Mongoè (Central)	13	2	15
Bohozi (Leste)	15	2	17
Metragem Prevista	7.000 m	3.000m	Total 45 / Total 10.000 m

As locações definitivas serão, no entanto, estabelecidas em função dos dados adquiridos durante os trabalhos de mapeamento geológico e dos resultados da geofísica terrestre.

CPRM

6 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

6 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

6.1 - A Bacia do rio Zambeze constitui um sistema de tectônica em blocos associado ao sistema de "rift" da África Oriental.

As unidades identificadas pertencem ao Soco Antigo, Sistema Karroo sedimentar e vulcânico, cobertura pós-Karroo e depósitos aluvionares e coluvionares.

6.2 - Os espessos depósitos da sedimentação Karroo foram acumulados em depressões do embasamento formados e evoluídos no tempo Karroo. Reativações ocorreram no Mesozóico, intermitentemente, afetando as rochas do Karroo e criando condições para instalação dos complexos vulcânicos.

6.3 - No Karroo sedimentar, as espessas camadas de carvão estão relacionadas a ciclos fluviais (K_1 b_1 e K_1 b_2) que, em fase de subsidência lenta e contínua, se instalaram desde a borda da bacia até posições mais interiores.

6.4 - Durante a fase de formação do "rift" parte do jazimento permaneceu em posições mais rasas, enquanto outra parte localizou-se em posições mais profundas.

6.5 - O conjunto de características do meio geológico, tanto na fase de formação do jazimento como adquiridos posteriormente, vão integrar a tipologia do depósito, de importância pela explorações mineiras.

No decorrer das diversas fases de pesquisa mineral, as áreas do jazimento deverão ser classificadas, segundo suas características tipológicas utilizadas nesta primeira fase, para previsão de áreas de extensão do jazimento.

Nas fases subsequentes, para o dimensionamento das jazidas e planejamento econômico das unidades mineiras, visando sua produção industrial, os parâmetros serão detalhadas progressivamente.

6.6 - O plano de pesquisa proposta para esta segunda fase - operacional envolve geofísica terrestre para definir os depocentros da bacia favoráveis à acumulação de carvão. São métodos com

plementares que, em conjunto com os dados do mapeamento geológico, fornecem as locações de sondagens. Para as novas locações, que serão subordinadas aos resultados alcançados, estão previstos cerca de 45 furos distribuídos nas áreas classificadas segundo prioridades e definidas pelas profundidades dos jazimentos e complexidade geológica.

6.7 - Concomitante com a pesquisa econômica dos carvões é sugerida a execução da revisão estratigráfica dos termos utilizados para a sequência da bacia, com formalização de unidades segundo o Guia Estratigráfico Internacional.

CPRM

7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORGES, A. - 1952 - Le système du Karroo au Mozambique (Afrique Orientale Portuguaise) in: TEICHERT, C., Symposium sur les Séries de Gondwana, XIX Cong. Geol. International, 1952. Algéria.

BROOM, R. - 1906 a - On the Permian and Triassic faunas of South Africa: Geol. Mag. New ber, Dec. 5,3: 29-30.

CARVALHO, L.H.B. - 1977 - Formações Vulcânicas de Carinde (Tête Moçambique). Dissertação apresentada ao Inst. Superior Técn. para obtenção do grau de doutor em Ciênc. de Eng. Vila Real, Portugal, 213 p.

FISHER, W.L. et BROWN, L.F.Jr. - 1972 - Clastic Depositional System - A Genetic Approach to Facies Analysis Bureau of Economic Geology. The University of Texas at Austin.

HEDBERG, H.D., ed. - 1976 - Internacional stratigraphic Guide, J. Wiley & S.N. York.

KENT, L.E. - 1980 - Lithostratigraphy of the Republic of South Africa, South West/Namibia and the Republics of Bophuthatswana,Transkei and Venda. Republic of South Africa, Dept. Min. and Energy Affairs, Geol. Survey, Stratigraphy of South Africa, Hd. 8.

KING, L.C. - 1957 - A Geomorphological Comparison between Eastern Brazil and Africa (Central and Southern). Quart. Jour. Soc. London: 112 (4), 445-473.

LEMOS, M.J. - 1977 - Contribuição para o conhecimento das bacias carboníferas da Zambézia (Moçambique). Estudo petrológico das camadas de carvão cortadas pelas sondagens A_3, C_3 e E_2 na bacia carbonífera de Chicoa-Mecúcoè. Parte II - Resultados obtidos nas análises químicas e nos ensaios físico-químicos.

LIMEX LTDA./KOMBINAT GEOLOGISCHE FORSCHONG UND ERKINDUNG HALLE

(1981) - Pesquisas geológicas 1979-81 na Bacia Carbonífera de Moatize, Rel. final, 4 vol. 224 p. Anexos.

MACKOWSKY, M. Th - 1968 - European Carboniferous Coal fields and Permian Gondwana Coal fields in: MURCHISON, D.G. & WESTOOL, T.S.ed. Coal and Coal bearing Strata: 325-345.

NORTAN, L.E. - 1981 - 2928 - DRAKENSBERG e 3028 KOKSTAD; 1.250.000 Geological Series; Republic of South Africa, Dept. Min. and Energy Affairs, Geol. Survey.

VASCONCELOS, L.A.F.T.S. - 1982 - Notas sobre a bacia carbonífera de Chicôa - Mecúcoè. Síntese de Informações Dispersas em vários trabalhos. Maputo: 24p. Inédito.

CPRM

APÊNDICE

CONCEITUAÇÃO DE TERMOS

1 - CARVÃO MINERAL

É uma rocha facilmente combustível, contendo mais do que 50% do seu peso e mais de 70% do seu volume de matéria carbonosa, formada por compactação e solidificação de restos de plantas semelhantes aos depósitos de turfa, apresentando diferentes graus de alteração (Definição de James M. Schopf).

2 - CARVÕES HÚMICOS

São carvões originados essencialmente a partir de vegetais terrestres superiores, com alto teor de hidratos de carbono. Correspondem de uma forma geral, aos carvões existentes e utilizados no Brasil, bem como de outros jazimentos do Gondwana.

3 - CARVÕES SAPROPÉLICOS

São carvões originados a partir de vegetais inferiores aquáticos, principalmente, algas, e também de esporos e grãos de pólen, depositados em lagos (os carvões "cannel-coal" e "bogheads" pertencem a este tipo).

4 - CARVÃO ENERGÉTICO

Denominação que vem sendo usada atualmente no Brasil para designar carvões não coqueificantes, com teor de cinzas variando de 57% a 20%. São utilizados para gaseificação, a redução direta de minério de ferro, e geração de energia elétrica.

4.1 - CARVÃO ENERGÉTICO PARA TERMOELETRICIDADE - CET

Especificações:

São diferenciados 11 tipos de carvão energéticos para a termoeletricidade, em função dos Estados produtores, poder calorífico e granulometrias especiais, cujas especificações seguem anexo:

PROCEDÊNCIA E DENOMINAÇÃO	RIO GRANDE DO SUL					SANTA CATARINA				PARANÁ	
	CET	CET	CET	CET	CET	CET	CET	CET	CET	CET	CET
P.CALORÍFICO	3.100	3.300	3.700	4.400	4.400	4.500	4.500	5.000	4.500	6.000	6.000
TEOR DE CIN - ZAS b.s Normal	55	51	47	40	40	40	33	33	36	20	20
MÁXIMA	57	54	49.4	42	42	42	35	35	38	22	22

4.2 - CARVÃO ENERGÉTICO PARA O CIMENTO - CEC

4.2.1 - Especificações:

São diferenciados 3 tipos de carvão energético para o cimento conforme especificações abaixo:

Denominações / Especificações	CEG - 20	CEG - 35	CEG - 40
Teor de cinza bs: Máximo	22%	35%	42%
Poder calorífico sup.bs Mínimo	5.800 Kcal / Kg	4.500 Kcal / Kg	4.500 Kcal/Kg
Teor de enxofre bs. Máximo	2,5%	2,5%	3,2%
Umidade Total Máxima	22%	22%	22%
Granulometria-Passando em 50 mm	100%	100%	100%
F.S.I.: mínimo	2,5	2,5	2,5

Nota: O F.S.I. indicado aplica-se às especificações de carvões da Camada Barro Branco, de Jazidas do Estado de Santa Catarina.

5 - CARVÃO PRÉ-LAVADO

Denominação utilizada no Brasil para o carvão com 33-35% de cinzas, obtido pelo beneficiamento, à boca da mina, do carvão coqueificável da camada Barro Branco do estado de Santa Catarina. É o carvão enviado ao lavador de Capivari para separação da sua fração metalúrgica com 18,5% de cinzas.

6 - CARVÃO METALÚRGICO

É o carvão com propriedades coqueificantes utilizando como matéria prima na frabricação de coque para os altos fornos siderúrgicos. Os carvões metalúrgicos de boa qualidade possuem baixo teor de cinzas (4% a 9%) e de enxofre (o,5% a 1,1%) e elevado F.S.I. (7 a 9).

No Brasil, o carvão metalúrgico é por definição o carvão resultante da lavagem ou pré-lavagem do carvão bruto, ou pré-lavado, destinado à fabricação de coque e que atenda as seguintes especificações:

Análise - cinzas 18,5% no máximo
enxofre: 1,8% no máximo
relação carbono fixo - matérias voláteis
mínimo 1,5
máximo 2,4
carbonato e cloretos alcalinos (expressos em K20 + NaO2): 0,02 no máximo
F.S.I.> 2,5

7 - CARVÃO REDUTOR

É o carvão utilizado na redução direta do minério de ferro. Tem no máximo 35% de cinzas.

8 - CARVÃO R.O.M.

Carvão "Run of Mine" (saído da mina). É o produto obtido pela lavra, à boca da mina, o qual é constituído por carvão e pelo estéril intercalado entre as camadas de carvão. A porcentagem de carvão em relação ao estéril, varia conforme o tipo de lavra utilizado.

9 - CINZA

É constituída por substâncias inorgânicas, não combustíveis, principalmente argilas, que foram incorporadas originalmente aos restos vegetais em acumulação nas turfeiras, e que constitue os resíduos da combustão do carvão. Também se usam os termos de matéria inerte ou impurezas, para designar a cinza de um carvão. É um constituinte prejudicial, tendo efeitos adversos tanto na capacidade do carvão como combustível, como nas suas características de combustão.

10 - F.S.I.

"Free Swelling Index" ou Grau de Inchamento Livre: é uma medida da taxa de dilatação sofrida pelo carvão quando aquecido a 800ºC-820ºC em atmosfera isenta de oxigênio. O índice varia de 0 a 9. Quanto maior fôr o seu valor, melhor é o carvão para fins de coqueificação.

11 - GRADE

Palavra da língua inglesa, que se refere à qualidade do carvão, e que se relaciona com o seu teor de cinzas. Tal como acontece para o poder calorífico, o "grade" de um carvão é inversamente proporcional ao seu teor de cinzas. Carvões de alto "grade", são sempre carvões de baixo teor de cinzas.

12 - LINHITO

É um carvão geralmente castanho ou negro, que se encontra sobretudo nas formações sedimentares de idade Cenozóica e Mesozóica. O teor em água varia de 10% a 30% e o poder calorífico vai em geral de 4.000 a 6.000 Kcal/Kg. São carvões muito ricos em matérias voláteis, as quais ultrapassam, em alguns casos, 50%.

13 - PODER CALORÍFICO

É o calor liberado pela combustão de 1 Kg de carvão. A unidade de medida utilizada no Brasil é a Quilocaloria por quilo (Kcal/Kg). Na Inglaterra e países de língua inglesa a unidade padrão para a avaliação do poder calorífico é a British Thermal Unit (BTU). Uma B.T.U. corresponde a 0,5556 Kcal/Kg. O poder calorífico do carvão mineral varia de forma aproximada na razão inversa do teor de cinzas (grade) e na razão direta do seu "rank".

14 - RANK

Palavra da língua inglesa que se refere ao grau de carbonificação atingido pelo carvão após a sua deposição, até aos tempos atuais.

A carbonização dá-se pelo aumento progressivo da porcentagem de carbono em relação à umidade e às matérias voláteis contidas originalmente na turfa, e que são expulsas pela compactação devida ao soterramento e pelo calor reinante a grande profundi

dade. Os graus crescentes da carbonização dão origem sucessivamente à turfa, ao linhito, às hulhas (carvões betuminosos), aos antracitos e finalmente à grafita. Esta última é geralmente excluída dentre os carvões por tratar-se de uma rocha de elevado grau de metamorfismo.

15 - TURFA

/ É uma rocha de origem vegetal que se encontra nas formações sedimentares recentes, e que se forma ainda atualmente. Representa o primeiro estágio de formação do carvão. É originada pela acumulação, em zonas pantanosas, de restos vegetais provenientes tanto de plantas herbáceas como lenhosas. Existem diferentes variedades de turfa, consoante a natureza dos seus constituintes e o seu grau de evolução. O teor em água é muito elevado, variando de 65% a 90%. O poder calorífico da turfa seca varia de 3.000 a 5.000 Kcal/Kg.

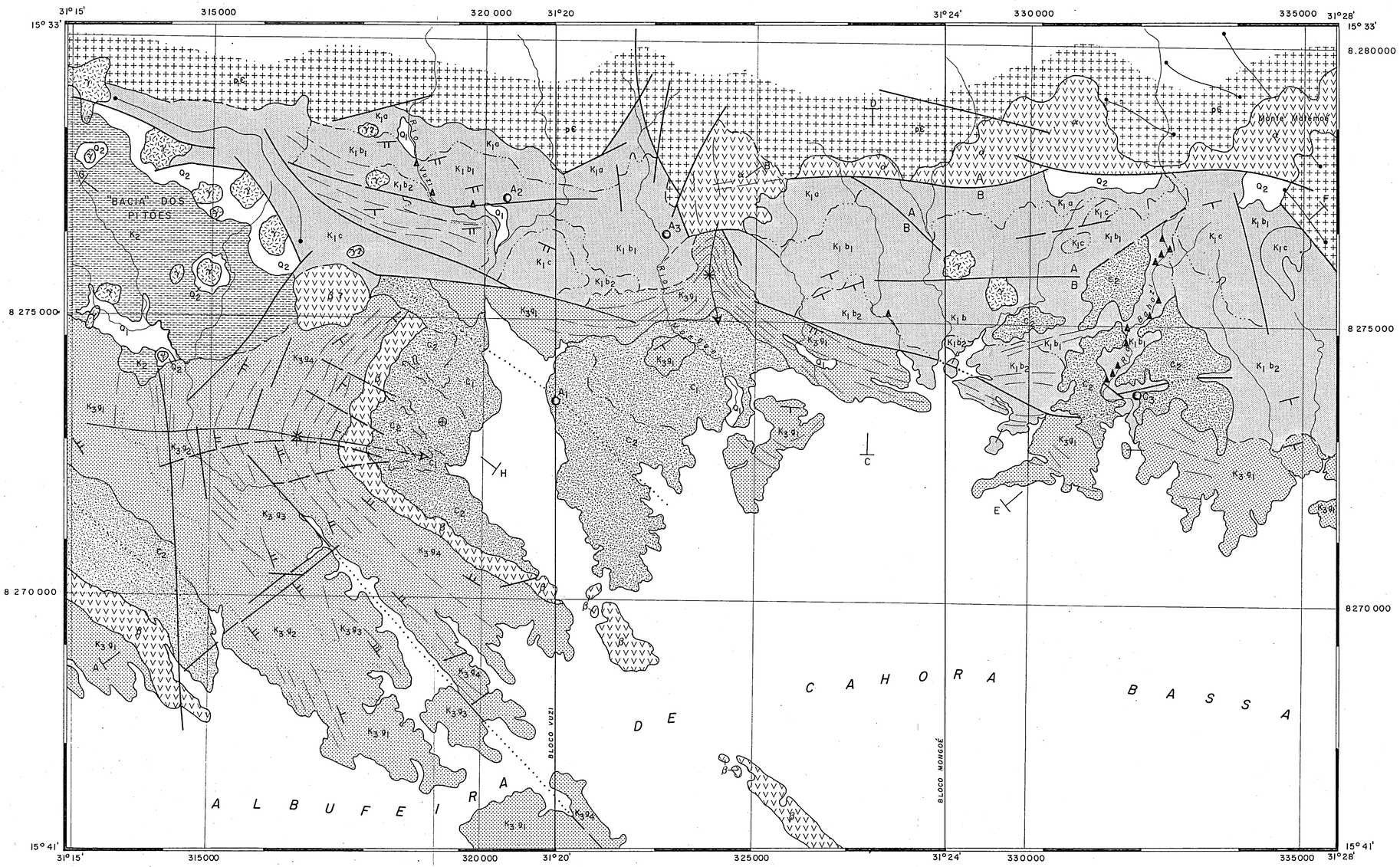
CPRM

ANEXOS

REPÚBLICA POPULAR DE MOÇAMBIQUE

GABINETE DO SECRETÁRIO DE ESTADO DO CARVÃO E HIDROCARBONETOS-GSECHI

PROGRAMA MUCANHA VUZI-GSECHI/CPRM



MAPA FOTOGEOLÓGICO

CPRM

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - Brasil.
Fotointerpretação: Szubert, Gil e Toniolo - 1982).
Fotografias aéreas, escala 1:50.000 (vôo ARTOP 1958-1960).
Carta Geológica da região de Carinde utilizada como base.
Escala: 1:100.000, (CARVALHO, 1977)

CONVENÇÕES

QUATERNÁRIO
ALUVIÕES E ELUVIÕES

Q_1 Q_2

Depósitos Atuais e Subatuais: Areias calhaus, siltes e argilas, aluviões (Q_1). Depósitos de vertente e de sopé, com calhaus e argilas, coluviões e eluviões (Q_2)

TERCIÁRIO (?)
PÓS-KARROO

C_1 C_2

Depósitos de Cobertura: Sedimentos detríticos mal consolidados.

MESOZÓICO
KARROO VULCÂNICO

Vulcanitos Carbonatados: Carbonatitos, brechas e tufos carbonatados.

α β

Vulcanitos Ácidos e Básicos: Lavas ácidas, aglomerados vulcânicos e diques quartzo-brechóides (α). Derrames basálticos e diques doleríticos cogenéticos.

PERMO-CARBONÍFERO
KARROO SEDIMENTAR

K_3

Karroo Superior: Intercalações de grés arcósicos, ferruginosos, consistentes ($K_3 g_1$), grés pouco coerente, conglomeráticos, ($K_3 g_2$), grés consistentes ($K_3 g_3$) e intercalações de pelitos diversos com grés ($K_3 g_4$)

K_2

Karroo Médio: Seqüência pelítica, com margas e grés fossilíferos

K_1

Karroo Inferior: Grés de Cobertura ($K_1 c$) espessas camadas de arcósios grosseiros, no topo. "Serie" Carbonífera ($K_1 b$): Grés de diversos tipos ($K_1 b_2$) e pelitos com carvão e leitos de grés ($K_1 b_1$).
Conglomerado Basal ($K_1 a$), calhaus angulosos, em matriz dominante argilo - sílitica.

PRECÂMBRICO
"SOCO" ANTIGO

pC

Embasamento Cristalino: Granitos, granodioritos, gabros, quartzitos, serpentinitos e metassedimentares.

Contato Definido

Contato Inferido

Contato Aproximado

Contato Litológico

A / B — Falha normal, A bloco alto, B bloco baixo

Falha Provável

Falha Encoberta

Dique

Lineações Estruturais

Sinclinal, a seta indica caimento do eixo

Atitude de camada (mergulho em torno de 10°, 20° e 30° respectivamente).

Camadas Horizontais

Afloramentos de carvão registrados por Carvalho (1961).

A2 — Furos de sondagens realizados (Hodgson, 1974)

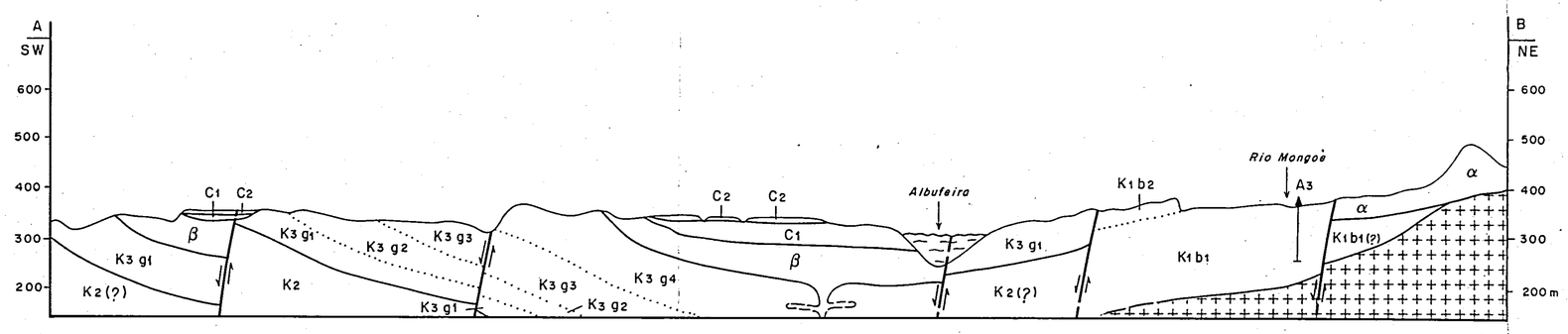
A — B — Secção Geológica

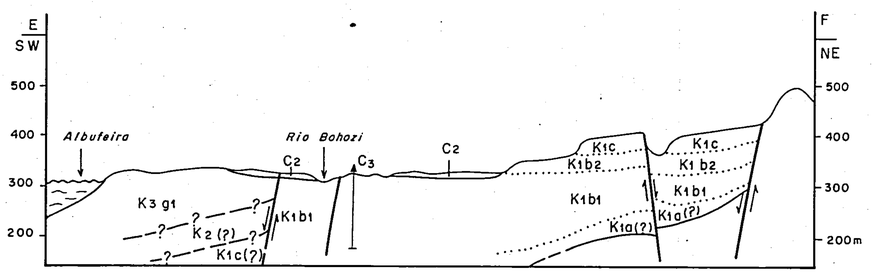
Drenagem

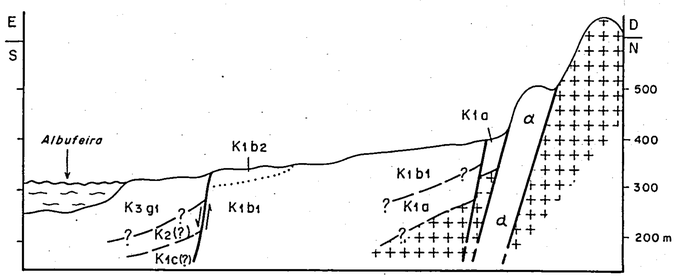
NM N.V 10° 15W

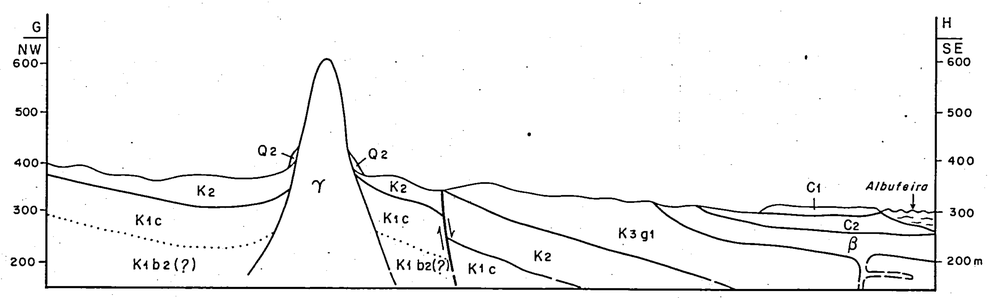
DECLINAÇÃO 1982

ANEXO 1









SEÇÕES GEOLÓGICAS ESQUEMÁTICAS

ESCALA VERTICAL 1:10 000
ESCALA HORIZONTAL 1:50 000

CONVENÇÕES

Q2	DEPÓSITOS DE VERTENTE E DE SOPÉ	
C1 / C2	DEPÓSITOS DE COBERTURA	
γ	VULCANITOS CARBONATADOS	
α / β	VULCANITOS ÁCIDOS (α) E BÁSICOS (β)	
K3 g1	INTERCALAÇÕES DE GRÉS ARCÓSICOS, FERRUGINOSOS, CONSISTENTES	KARROO SUPERIOR
K3g2	GRÉS POUCO COERENTES, CONGLOMERÁTICOS	KARROO SUPERIOR
K3g3	GRÉS CONSISTENTES	KARROO SUPERIOR
K3g4	INTERCALAÇÕES DE PELITOS DIVERSOS COM GRÉS	KARROO SUPERIOR
K2	SEQUÊNCIA PELÍTICA	KARROO MÉDIO
K1c	GRÉS DE COBERTURA	KARROO INFERIOR
K1b2	SÉRIE CARBONÍFERA (Sucessão Intermediária com grés diversos)	KARROO INFERIOR
K1b1	SÉRIE CARBONÍFERA (Sucessão Pelítica c/ carvão)	KARROO INFERIOR
K1a	CONGLOMERADO BASAL	KARROO INFERIOR
	EMBASAMENTO CRISTALINO (Soco Antigo)	
	CONTATOS GEOLÓGICOS	
	CONTATOS LITOLÓGICOS	
	FALHA NORMAL (Indicando deslocamento dos blocos)	
A3	FURO DE SONDA EXECUTADO	

PROGRAMA MUCANHA - VUZI
CONTRATO GSECHI / CPRM

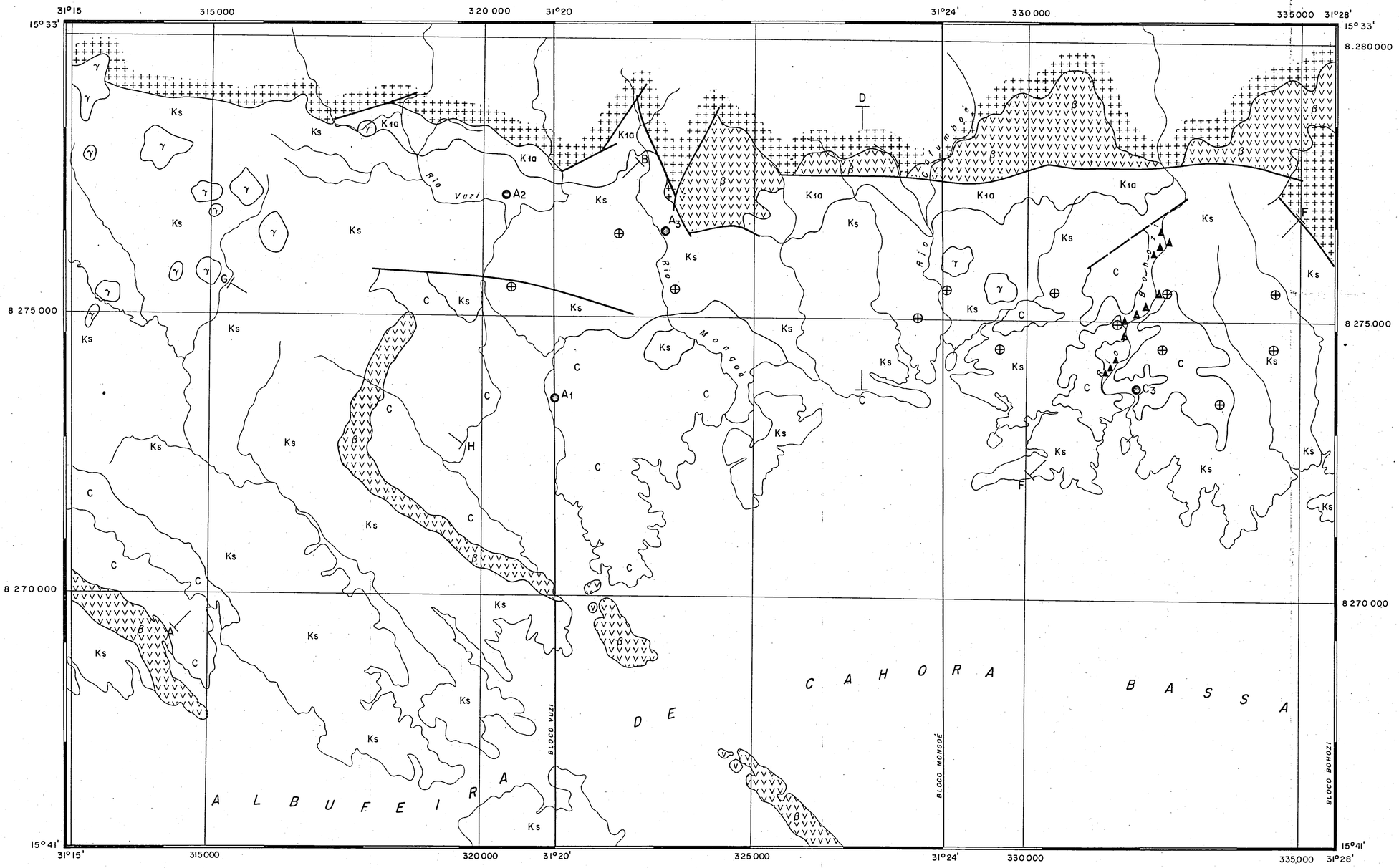
CPRM
Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - Brasil
Execução do Programa: Szubert et alii - 1982

ANEXO 2

REPÚBLICA POPULAR DE MOÇAMBIQUE

GABINETE DO SECRETÁRIO DE ESTADO DO CARVÃO E HIDROCARBONETOS-GSECHI

PROGRAMA MUCANHA VUZI - GSECHI/CPRM



CONVENÇÕES

- C — DEPÓSITOS DE COBERTURA
- γ / vβv — KARROO VULCÂNICO-CHAMINÉS CARBONATÍTICAS (γ) DERRAMES BÁSICOS E ÁCIDOS (β)
- Ks K1a — KARROO SEDIMENTAR (Ks), indicando Conglomerado Basal (K1a)
- SOCO ANTIGO
- CONTATO GEOLÓGICO
- FALHA NORMAL
- FALHA PROVÁVEL
- AFLORAMENTOS DE CARVÃO (Carvalho, 1961)
- A2 — FUROS DE SONDAGEM EXECUTADOS (Hodgson, 1974)
- FUROS PIONEIROS
- PERFIS GEOFÍSICOS
- DRENAGEM

NM NV 10°15'W

DECLINAÇÃO 1982

LOCALIZAÇÃO DO MAPA

Beira

Maputo

ESCALA 1:50 000

0 1 2 3 4 5 Km

CPRM

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - Brasil
Execução do Programa : Szubert et alii - 1982
Base planimétrica simplificada da folha planialtimétrica 1:50000, SD-36 T II NE nº 491 1531 C2 - Diretoria Nacional de Geografia e Cadastro-DINAGECA

PLANO DE LOCAÇÕES DOS PERFIS GEOFÍSICOS E DOS FUROS DE SONDAGEM