



# Programa de Desenvolvimento do Carvão de Mucanha - Vuzi

PHL  
005259  
v. 1

## Relatório Final – Fase 1

Volume 1

Relatório Condensado



### CONTRATO

Gabinete do Secretário de Estado do Carvão e Hidrocarbonetos  
Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM

### FINANCIAMENTO

Fundo da OPEP Para o Desenvolvimento Internacional  
Banco do Brasil S.A

### COORDENAÇÃO

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM

### SUBCONTRATADAS

Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes - GEIPOT  
Estudo de Alternativas de Transportes

Companhia Brasileira de Projetos Industriais - COBRAPI  
Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica

PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO DO CARVÃO DE MUCANHA-VUZI

FASE I

RELATÓRIO FINAL - VOLUME I

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	01
2.	OBJETIVOS	08
3.	LOCALIZAÇÃO E ACESSO	10
4.	ASPECTOS FISIAGRÁFICOS E CLIMÁTICOS	12
5.	AGRADECIMENTOS	15
6.	SERVIÇOS EXECUTADOS	17
	6.1 - Apoio Geodésico e Restituição	18
	6.2 - Pesquisa Bibliográfica e Fotointerpretação	19
	6.3 - Mapeamento Geológico	20
	6.4 - Geofísica Terrestre	21
	6.5 - Sondagem	22
	6.6 - Perfilagem Geofísica	23
	6.7 - Pesquisa Hidrogeológica	24
	6.8 - Ensaio e Análises de Laboratório	26
	6.9 - Estudo das Alternativas de Escoamento	28
	6.10 - Compilação de Dados	29
	6.11 - Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica	30
	6.12 - Aquisição de Equipamentos e Materiais Diversos	32
	6.13 - Supervisão e Relatório Final	33
7.	GEOLOGIA DO CARVÃO E CÁLCULO DE RESERVAS	35
8.	ESTUDO DAS ALTERNATIVAS DE ESCOAMENTO	42

8.1	Aspectos Gerais	43
8.2	Estudos da Demanda	43
8.3	Estudos de Transportes	48
8.3.1	Área e localização geográfica da bacia carbô-nífera de Mucanha-Vuzi	48
8.3.2	Rotas e alternativas consideradas	48
8.3.3	A demanda futura de transportes nos sistemas do CFM-Centro e CFM-Norte	52
8.4 /	Investimentos de Capital nas Alternativas Pro-postas	53
8.4.1	Situação atual, características técnicas, me-lhoramentos e adequações necessárias	53
8.4.2	Estudo da interligação das linhas existentes	58
8.4.3	Estudo da ligação às minas de Mucanha-Vuzi	59
8.4.4	Superestrutura ferroviária	63
8.5	Pátio Modular de Carregamento de Carvão	67
8.6	Estudo da Operação Ferroviária	69
8.7	Custos Operacionais Ferroviários	73
8.8	Investimentos em Terminais e Navegação na Albu-feira de Cahora-Bassa e Rio Zambeze	73
8.8.1	Terminais marítimos	74
8.8.2	Terminais lacustres	79
8.8.3	Terminais fluviais	86
8.8.4	Chatas, empurradores, sinalização e obras de proteção das vias navegáveis	90
8.8.5	Custos dos investimentos e custos operacionais do carvão	93
8.9	Avaliação Econômica das Alternativas de Trans-porte	96
8.10	Conclusões	98
9.	ESTUDO DA VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA	102

1. INTRODUÇÃO

## 1. INTRODUÇÃO

A Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) firmou contrato em 12 de janeiro de 1982 com o Gabinete do Secretário de Estado do Carvão e Hidrocarbonetos (GSECHI) da República Popular de Moçambique, com financiamento do Fundo da OPEP para o Desenvolvimento Internacional e da Carteira de Comércio Exterior CACEX, Banco do Brasil S.A., visando a viabilização dos recursos carboníferos da Região de Mucanha-Vuzi.

O projeto foi executado sob a liderança da CPRM e em regime de co-participação com duas outras empresas estatais brasileiras: a Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes -GEIPOT e a Companhia Brasileira de Projetos Industriais-COBRAPI.

O estudo constou de:

- 1) preparação de bases cartográficas planialtimétricas;
- 2) pesquisa bibliográfica e fotointerpretação;
- 3) levantamento geológico de semi-detalhe (1:20.000);
- 4) geofísica terrestre;
- 5) estudos hidrogeológicos;
- 6) sondagem;
- 7) perfilagem;
- 8) análises e testes de laboratório;
- 9) avaliação preliminar das reservas e qualidade do carvão;
- 10) alternativas de transporte para escoamento do carvão;
- 11) concepção preliminar da lavra e do beneficiamento;
- 12) estudos de pré-viabilidade técnica e econômica do empreendimento.

A CPRM conduziu essencialmente as pesquisas geológicas ao passo que o GEIPOT e a COBRAPI analisaram os três últimos itens acima referidos.

Em termos de prazo de execução do Programa Mucanha-

Vuzi, o contrato fixou a data inicial em 15 de abril de 1982, ou seja, trinta dias após a ratificação, pelo Conselho de Ministros da República de Moçambique, do acordo de empréstimo celebrado entre o Governo de Moçambique e o Fundo da OPEP.

Reconhecendo, entretanto, a importância do empreendimento para o Governo Moçambique, as empresas contratadas anteciparam o início de todas as atividades em relação ao cronograma oficial. Em particular, acelerou-se a execução das atividades de campo, evitando por conseguinte, a estação das chuvas que impossibilitaria as referidas operações no período entre dezembro e março. Assinale-se ainda que um mês antes da data de início das atividades do Projeto, a CPRM já mantinha uma representação permanente em Maputo exclusivamente vinculada ao Programa Mucanha-Vuzi.

A fase pré-operacional constou da aquisição e embarque dos equipamentos e materiais necessários ao desenvolvimento do Programa.

Para implantação do projeto, ocorrida nos meses de abril, maio e junho, foram necessárias a recuperação e abertura de estradas de acesso e de serviço, o transporte do material do porto de Beira até a área de pesquisa e a instalação de infraestrutura de apoio e abastecimento. A rapidez no desembarque alfandegário e no transporte do material e equipamento foram fatores fundamentais na aceleração das operações de campo, permitindo seu início já no mês de junho.

Os equipamentos e materiais foram transportados do porto de Beira à cidade de Tête por ferrovia (CFM-CENTRO) e desta ao acampamento por rodovia.

(1) Com a obtenção das aerofotos e diapositivos junto à Direção Nacional de Geografia e Cartografia-DINAGECA, foi possível iniciar as atividades de apoio geodésico e restituição e fotointerpretação. Estes trabalhos, juntamente com o levantamento da literatura geológica de interesse do Projeto, tiveram seu começo em abril e marcaram efetivamente o início da pesquisa geo

lógica da área de Mucanha-Vuzi. O controle de campo dos dados cartográficos ocorreu no período de 1º de junho a 15 de julho. Após a coleta destas informações, os dados foram remetidos para os escritórios da CPRM no Rio de Janeiro para serem processados e concluir as operações de aerotriangulação, restituição e gravação das cartas planialtimétricas na escala 1:20.000. A atividade encerrou-se em 29 de outubro de 1982.

(2) Por outro lado, a pesquisa bibliográfica e a fotointerpretação geológica foram realizadas em Maputo no período de 15 de abril a 14 de maio de 1982. Os mapas de serviço, gerados nesta etapa, serviram de base para o planejamento das atividades de campo subsequentes e foram "pari pasu" atualizados e reinterpretados à luz dos dados colhidos durante o mapeamento geológico. Por sua vez, a pesquisa bibliográfica possibilitou o cadastramento das obras de interesse do projeto e elaboração do respectivo resumo. Embora não houvesse exigência contratual nesse sentido, a CPRM preparou um relatório sobre as atividades em questão, encaminhado ao GSECHI por ocasião da realização da Feira Internacional do Comércio e Indústria de Moçambique.

(3) O mapeamento geológico foi realizado de forma intermitente até a conclusão das operações de campo do Projeto, cobrindo uma área de aproximadamente 240 km<sup>2</sup>, superior à área de 150 km<sup>2</sup> prevista contratualmente. O acréscimo deveu-se à ampliação da área de pesquisa para leste, conforme solicitação feita pelo GSECHI à CPRM no decorrer dos trabalhos. A favorabilidade maior para carvão demonstrada pelo Bloco Bohozi logo nas primeiras investigações, fez com que o trabalho fosse concentrado momentaneamente nesse bloco, em comparação, por exemplo, com o grau de investigação desenvolvido no Bloco Vuzi a oeste. Além das estações geológicas estudadas para confecção do mapa geológico, foi também detalhada a linha de afloramento das camadas de carvão. O encerramento da verificação de campo ocorreu na primeira quinzena de novembro.

(4) A geofísica terrestre compreendeu a realização de perfis magnetométricos e gravimétricos, num total de 71,84 km e

75,68 km, respectivamente, distribuídos de modo a cobrir a área originalmente destinada à CPRM. As atividades de campo foram concluídas em meados de setembro. Ainda no campo, foi confeccionado um mapa de contorno estrutural do topo do embasamento para fornecer subsídios ao mapeamento geológico e, principalmente, ao programa de sondagens. Posteriormente, os dados foram processados em computador para elaboração dos mapas gravimétricos e magnetométricos finais.

(5) Os trabalhos preparatórios às operações de sondagem iniciaram-se em maio mas o começo efetivo dos furos ocorreu em julho transcorrendo normalmente até o final de outubro, data de conclusão dos trabalhos. Um total de 10.170,30 metros foram perfurados, correspondendo a 54 furos, dos quais 44 para pesquisa de carvão, 7 para amostragem especial e 3 com fins hidrogeológicos. Seis sondas, dotadas com o sistema wire-line, estiveram em atividade durante as operações.

(6) Em termos de perfilagem geofísica, foram corridos os perfis gama, potencial espontâneo e resistência, nas escalas 1:100 e 1:500. Exceto os dados obtidos pelo potencial espontâneo mais informativos do ponto de vista hidrogeológico do que na exploração carvoeira propriamente dita, os demais métodos mostraram resultados bastante consistentes com aqueles obtidos dos testemunhos de sondagem. A produção do perfil de raios gama atingiu um total de 9.697,70 metros, a do perfil de resistência foi de 8.537,70 metros e a de potencial espontâneo 4.776,80 metros. A atividade durou de junho a novembro de 1982.

(7) A pesquisa hidrogeológica, por seu turno, iniciou-se em agosto e estendeu-se até o final de outubro de 1982. O trabalho de campo constou de construção de rede piezométrica, observação dos furos de sondagem, coleta de amostras de água subterrânea e águas superficiais para um completo estudo de laboratório. Todas as informações coletadas visaram essencialmente verificar o sistema hidrogeológico local e a influência exercida nas futuras atividades mineiras a serem desenvolvidas na área.

(8) Os estudos de laboratório objetivaram, em princípio,

a determinação da qualidade do carvão de Mucanha-Vuzi. Além disso, foram realizadas análises petrográficas e de água. Em termos de carvão, foram realizadas as seguintes análises:

- 1) afunda-flutua;
- 2) peso específico;
- 3) análises imediatas;
- 4) enxofre;
- 5) poder calorífico;
- 6) índice de inchaço (FSI);
- 7) teste de moabilidade Hardgrove (HGI);
- 8) flotação;
- 9) plastometria;
- 10) dilatometria;
- 11) micropetrografia;
- 12) fusibilidade das cinzas;
- 13) elementos maiores e menores das cinzas.

Além disso, foram feitos alguns testes geomecânicos e determinações semi-quantitativas de germânio, neste último caso, atendendo solicitação feita pelo GSECHI.

As análises foram fundamentalmente realizadas nos laboratórios da CPRM (LAMIN-Laboratório Central de Análises Minerais e CETEM-Centro de Tecnologia Mineral), embora algumas análises especiais tenham sido efetuadas em outros laboratórios especializados. A atividade transcorreu de setembro de 1982 a meados de fevereiro de 1983.

(9) O estudo preliminar de alternativas de transporte consistiu na coleta de dados locais e na simulação de modelos de rota para transporte, custos de recuperação, melhorias, construção e conservação de vias e terminais; dimensionamento dos equipamentos, etc., visando a opção do trajeto economicamente mais viável. As atividades foram concluídas em dezembro de 1982.

(10) Os testemunhos obtidos na sondagem, tanto os de carvão como do estéril, foram descritos concomitantemente ao desenrolar das atividades de sondagem e são apresentados perfis litológicos 1:500, 1:100 e 1:20, sendo este específico para as camadas

das de carvão. O processo de descrição das camadas carboníferas seguiu as recomendações contidas no trabalho de Schopt (1960). Ajustes dos perfis litológicos e geofísicos foram executados no decorrer das atividades de perfilagem e sondagem. O encerramento da Compilação de Dados deu-se em 03 de outubro de 1982.

(11) (12) A consolidação de todos os estudos desenvolvidos na fase de pesquisa preliminar permitiram a elaboração de um plano preliminar de lavra e do processo de beneficiamento, a par de um estudo preliminar de viabilidade econômica do empreendimento. Esta atividade consta ainda da preparação de um plano de pesquisa de detalhe visando a continuação dos trabalhos de exploração em etapas subsequentes. Por sua própria natureza, o estudo foi se desenvolvendo "pari-pasu" às demais atividades do programa. Além de visitas a Moçambique e a área de pesquisa para recolher dados "in loco", a atividade constou de levantamento de dados do mercado mundial de carvão, investimentos e custos operacionais, previsão de receita, fluxo de caixa descontado, indicadores de rentabilidade e retorno e análise de sensibilidade. A atividade foi concluída em meados de fevereiro de 1983.

Por último, a atividade de Relatório Final e Acompanhamento, encerrada em março de 1983, constou de inúmeras reuniões de avaliação de desenvolvimento e compatibilização de dados do Programa, visitas às áreas de pesquisa e contatos com autoridades moçambicanas e agentes financiadores. A supervisão integral dos trabalhos coube à CPRM através da Coordenação do Programa Mucanha-Vuzi montada nos escritórios do Rio de Janeiro especialmente com este objetivo.

As atividades acima mencionadas são detalhadas nos capítulos seguintes.

## 2. OBJETIVOS

2. OBJETIVOS

O objetivo principal do presente trabalho consiste na elaboração de estudos de pré-viabilidade para exploração econômica e escoamento do carvão de Mucanha-Vuzi, Moçambique, compreendendo essencialmente:

- a) exploração geológica do potencial carbonífero da região de Mucanha-Vuzi, com avaliação das reservas e da qualidade de carvão;
- b) estudos dos sistemas alternativos de escoamento do carvão a ser produzido em Mucanha-Vuzi, consistindo fundamentalmente na seleção da rota de menor custo global dos investimentos, manutenção e de operação para o transporte do carvão;
- c) estudo preliminar de viabilidade técnica e econômica, com apresentação de concepção da lavra e do processo de beneficiamento para o carvão de Mucanha-Vuzi e um plano de pesquisa de detalhe visando à continuação dos trabalhos de pesquisa na Fase II do Programa Mucanha-Vuzi.

### 3. LOCALIZAÇÃO E ACESSO

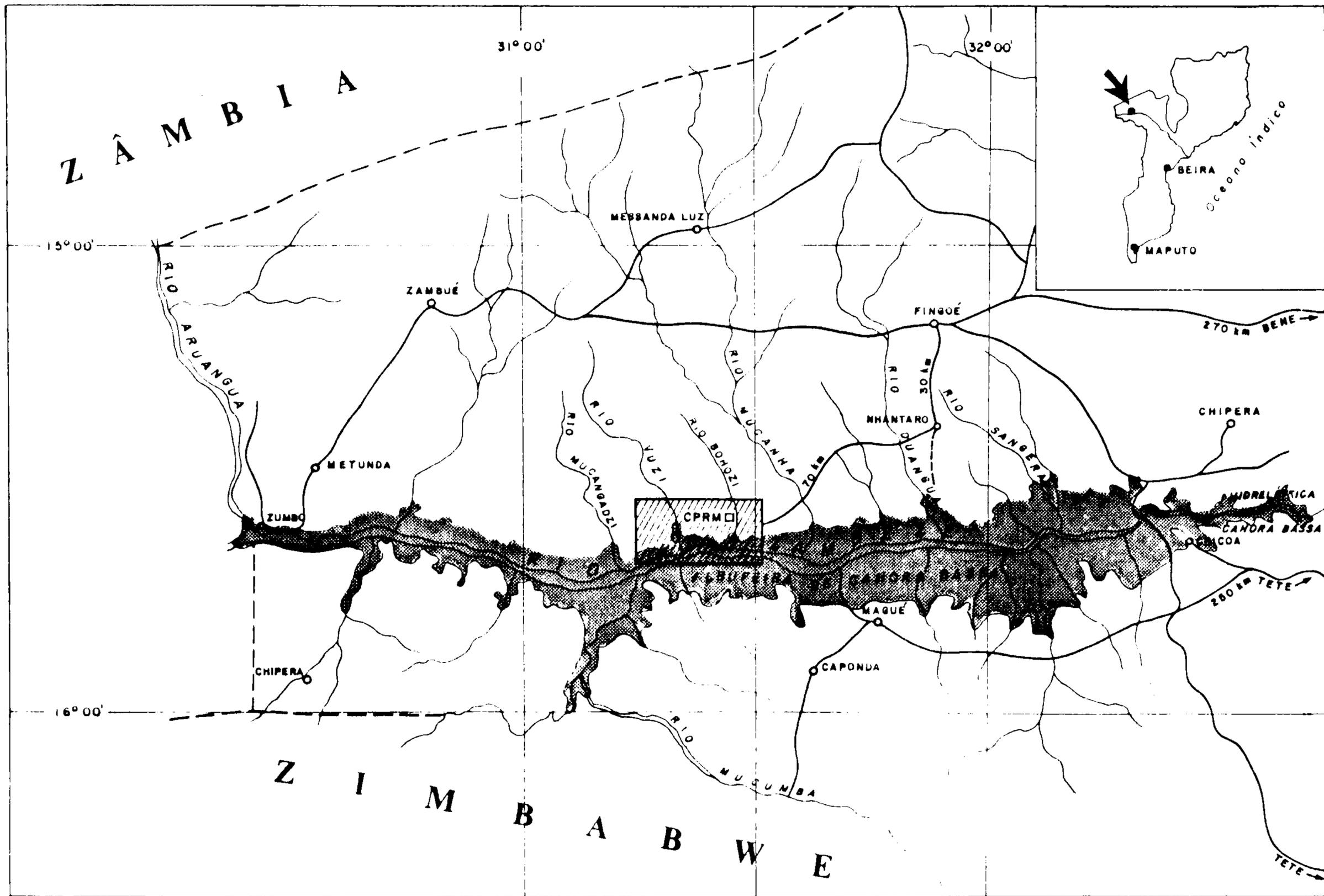
### 3. LOCALIZAÇÃO E ACESSO

A região carbonífera do Mucanha-Vuzi, que constitui uma das partes mais significativas da bacia carbonífera de Chicôa-Mecucôe, situa-se na província de Tête, no curso médio do rio Zambeze a montante e ao norte da parte alagada da barragem de Cahora-Bassa, pertencendo ao distrito de Zumbo (fig.1).

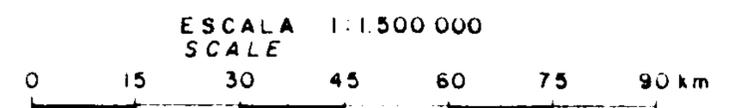
A área originalmente destinada à CPRM para pesquisa de carvão situa-se entre os meridianos de 31°15' e 31°28', englobando os rios Vuzi e Bohozi. Posteriormente, foi ampliada para leste, por solicitação do GSECHI, até o meridiano de 31°30', passando a ter uma largura de 15'. A área a ser investigada passou a ter então 260 km<sup>2</sup>, ao invés de 150 km<sup>2</sup> previstos originalmente e está contida integralmente na folha nº 419, denominada Carinde, da Direção Nacional de Geologia e Cadastro de Moçambique (DINAGECA). A porção do Karroo, objeto da pesquisa de carvão, é limitada ao norte pelas rochas do embasamento cristalino e ao sul pelas águas da Albufeira de Cahora-Bassa.

A distância da área do Mucanha-Vuzi à cidade de Tête é de cerca de 380 km por via rodoviária, passando pela localidade de Fingoé. De Tête a Fingoé, 160 km são de estrada asfaltada e 118 km de estrada de terra, os quais são trafegáveis durante todo o ano. A continuidade do acesso se faz pela aldeia Nhantaro, distante 30 km de Fingoé, através de estrada de terra, somente trafegável no período seco. Entre Nhantaro e o acampamento da CPRM à margem do Bohozi foram abertas pela CPRM 70 km de estrada de serviço, em condições razoáveis de trafegabilidade durante o período seco. Na época de chuvas o tráfego se torna impraticável em virtude da presença de riachos e alguns rios que aumentam consideravelmente o volume de suas águas.

Outro acesso possível de Tête à área do Projeto, somente utilizado prestes do encerramento dos trabalhos da 1ª fase, é através da Hidrelétrica de Cahora-Bassa, na localidade de Songo. São 140 km de estrada asfaltada entre Tête e Songo e 150 km pelas águas da albufeira, de Songo ao rio Bohozi, junto do qual situa-se o acampamento da CPRM.



MAPA DE LOCALIZAÇÃO  
 LOCATION MAP  
 PROGRAMA MUCANHA - VUZI  
 MUCANHA - VUZI PROGRAM



#### 4. ASPECTOS FISIAGRÁFICOS E CLIMÁTICOS

#### 4 . ASPECTOS FISIOGRAFICOS E CLIMATICOS

Dentre as duas regiões de aspecto topográfico contrastantes em que se divide a paisagem natural de Moçambique a planície e o planalto, a área de estudo situa-se numa verdadeira zona de transição, devido a sua posição geográfica no vale do rio Zambeze. Enquanto a altitude do trecho litorâneo não supera 200 m e os planaltos se apresentam com elevações entre 600 e 1000 m e, às vezes, até acima de 1000 m, a área estudada se situa entre 300 a 500 m de altitude, havendo no seu limite norte expressões topográficas mais destacadas, tais como o Monte Matemoe (1207 m) e Monte Tope (825 m).

O clima da área é intimamente ligado ao clima da região norte de Moçambique, estando subordinado a um regime de monção, quando de outubro a março ventos úmidos de NE sopram abundantemente na região. A estação chuvosa correspondente a este período, é a época de calor mais forte, enquanto que a estação seca, de abril a setembro, coincide com os meses menos aquecidos do ano. Na capital da província, Tête, a temperatura média anual é de 25,5°C, sendo novembro o mês mais quente com 28,5°C e julho o menos quente com 22,4°C. A precipitação (média de muitos anos) tem valor de 530 mm por ano. A fig. 1.2 demonstra, para Tête, um gráfico com valores mensais de precipitação, evaporação e insolação e médias mensais de temperatura válidos para os últimos cinco anos. Indica, também, a cota média mensal do nível d'água da Albufeira de Cahora-Bassa, nos últimos três anos.

Da configuração do relevo e estrutura de Moçambique resulta a presença de uma rede hidrográfica singular, notável pelo seu paralelismo e direção geral para E ou SE. O maior rio do país, o Zambeze, se comporta de acordo com esta caracterização. É na sua margem esquerda que a área de estudo fica situada, a, cerca de, 100 km depois da entrada do rio em território moçambicano e, aproximadamente, 740 km da sua embocadura no Oceano Índico. A hidrografia local é orientada conforme direção geral norte-sul e constituída pelos dois rios principais da área - rio Vuzi e rio Bohozi - além de uma meia dúzia de pequenos tributá

rios (riachos) do rio Zambeze. Enquanto os rios Vuzi e Bohozi têm a sua origem a distâncias de 50 e 30 km respectivamente, portanto muito além dos limites da área, os riachos iniciam seu percurso dentro dela, a partir da saliência topográfica setentrional. O comprimento destes não ultrapassa de 5 a 6 km. Em termos regionais, os rios existentes são de caráter intermitentes, apresentando-se com vazões possantes assim que a época chuvosa começa e ainda perdurando pouco depois da cessação das chuvas e com leitos praticamente secos no final do período de estiagem. Alguns rios continuam correndo mesmo na época seca, porém com vazões reduzidas, demonstrando que estão sendo alimentados por restituições subterrâneas partindo de aquíferos freáticos próximos às suas margens. É o caso dos rios Vuzi e Bohozi dentro da área. Entretanto, o rio Mucanha, do mesmo porte dos anteriores, mas situado a 20 km leste da área, é um rio intermitente. É importante notar que a drenagem regional a montante do rio Zambeze em Moçambique, tem seu nível de referência alterado a partir do seu fechamento pela barragem de Cahora Bassa, há alguns anos. Antes, o leito do rio Zambeze ao sul da área de estudo situava-se em torno de 290 m. Atualmente, o nível normal d'água da albufeira é de 320m, com variações entre o máximo de 326 m e o mínimo de 313m.

A área é caracterizada por uma vegetação de savana, porém do tipo lenhoso, ou seja, em meio da cobertura herbácea relativamente contínua ocorrem numerosas árvores e arbustos. As gramineas têm, em média, uma altura de um metro e as árvores de 15m. Entre as últimas, a mais característica é o Baobá. As outras são, geralmente, do tipo de copa muito ramificada, perdendo as folhas na estação seca.

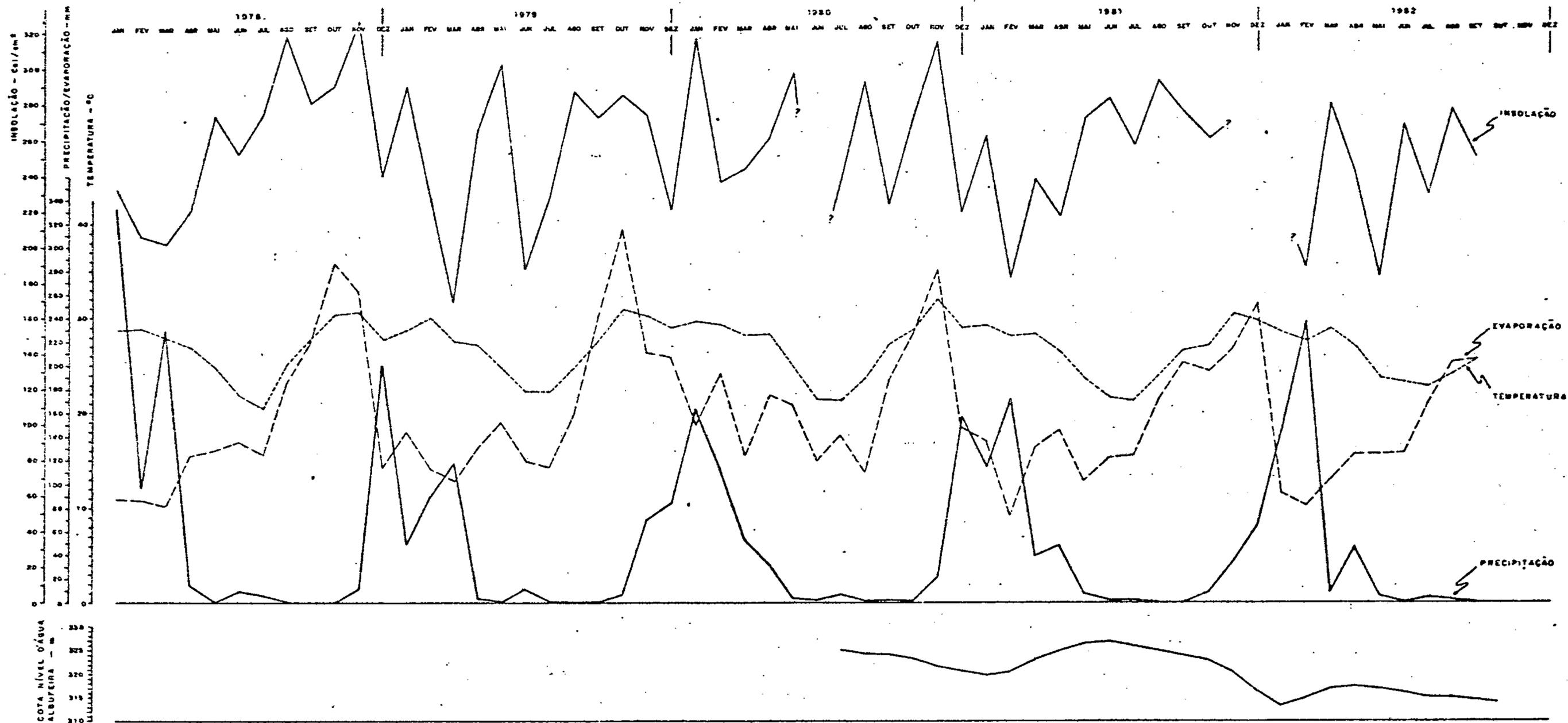


FIG. 2

GRÁFICO DE VOLUMES MENSIAIS DE PRECIPITAÇÃO (mm), EVAPORAÇÃO (mm) E INSOLAÇÃO (Cal/cm<sup>2</sup>) E MÉDIAS MENSIAIS DE TEMPERATURA (°C) - ANOS DE 1978, 1979, 1980, 1981, 1982 (PARCIAL) - ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DE TETE E

GRÁFICO DE VALORES MÉDIAS MENSIAIS DA COTA DO NÍVEL D'ÁGUA DA ALBUFEIRA DE CAMORA BASSA - ANOS DE 1980 (PARCIAL), 1981 E 1982 (PARCIAL)

(GRAPH OF MONTHLY VALUES OF PRECIPITATION (mm), EVAPORATION (mm) AND AMOUNT OF SUNSHINE (Cal/cm<sup>2</sup>) AND MEAN MONTHLY VALUES OF TEMPERATURE (°C) - FOR 1978, 1979, 1980, 1981 AND 1982 (PARTIALLY) - METEOROLOGICAL STATION OF TETE AND

GRAPH OF MEAN MONTHLY VALUES OF WATER LEVEL ELEVATION OF CAMORA BASSA STORAGE LAKE - FOR 1980 (PARTIALLY), 1981 AND 1982 (PARTIALLY)

5 . AGRADecIMENTOS

## 5 . AGRADecIMENTOS

A Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM, a Empresa Brasileira de Planejamento e Transportes - GEIPOT e a Companhia Brasileira de Projetos Industriais - COBRAPI agradecem às autoridades moçambicanas e, em especial, às do GSECHI pelo apoio prestado e compreensão demonstrada durante a execução do trabalho. Consignamos nossos agradecimentos especiais às seguintes autoridades do Governo de Moçambique:

- Dr. Abdul Magid Osman - Secretário de Estado do Carvão e Hidrocarbonetos;
- Coronel João Baptista Cosme - Governador da Província de Tête;
- Dr. Joaquim Ventura Leite - Diretor Nacional do Carvão.

De modo especial também expressamos nossos agradecimentos pelo apoio dado pela população moçambicana da Província de Tête e as forças da Frente Nacional de Libertação de Moçambique - FRELIMO que garantiram, na área pesquisada, a integridade e a segurança de toda a equipe brasileira no período de realização da Fase I do Programa Mucanha-Vuzi.

6. SERVIÇOS EXECUTADOS

6.1 APOIO GEODÉSICO E RESTITUIÇÃO

A atividade aqui descrita abrange o apoio geodésico e restituição, de acordo com a definição contida no item 4.1 do contrato CPRM-GSECHI, Especificações Técnicas (Anexo I).

Os mapas topográficos são fundamentais para os projetos que necessitam de mapas geológicos detalhados e precisos.

Na área de estudo não há mapas topográficos em escala grande (1:20.000) e fotografias aéreas em escala grande tão pouco fornecem o controle vertical exato para os objetivos do programa de prospecção de carvão de Mucanha-Vuzi. Considerando a disponibilidade de fotografias aéreas em escala 1:30.000 e 1:50.000 cobrindo a área de interesse, foram propostas aerotriangulação e restituição com controle de campo porque leva menos tempo que, por exemplo, um levantamento a prancheta, razão pela qual o GSECHI fez a opção mais adequada de levantar a área lançando mão do material fotográfico disponível.

Do ponto de vista econômico, a técnica escolhida é também mais barata, quando comparada com levantamento a prancheta e alidade, que é mais indicado para programas de mapeamento em escalas maiores e áreas mais restritas.

Como resultado, os trabalhos de apoio geodésico e compilação de mapas objetivaram a preparação de mapas planimétricos em escala 1:20.000, foram realizados baseados em pontos de controle levantados no campo e precisamente marcados nas fotos aéreas e, numa fase posterior, densificados por aerotriangulação e restituição. Os mapas topográficos assim obtidos foram usados como mapas-base nos demais estudos de prospecção desenvolvidos pelo Projeto. Foram produzidas duas folhas topográficas e o produto final consiste em mapas gravados ("peal-coat"), isto é, mapas que são impressos em lâminas de plásticos coloridas e gravados por um estilete ao invés de canetas de desenho.

Os trabalhos foram desenvolvidos de 20 de maio a 29 de outubro de 1982. O levantamento de controle de campo começou efetivamente em 3 de junho e terminou em 27 de julho de 1982. A ac

rotriangulação, ajuste de blocos e restituição foram realizadas de 20 de maio a 27 de agosto, enquanto o desenho foi executado de 27 de agosto a 29 de outubro. Antes do início das operações de campo, foi concebido um plano detalhado, no período de 20 de maio a 2 de junho, para programar as futuras atividades, bem como o apoio logístico necessário ao seu bom desempenho.

As cópias dos dianegativos das fotos aéreas e mapas topográficos 1:50.000 cobrindo a área levantada foram obtidas da DINAGECA (Direção Nacional de Geografia e Cartografia). As fotos aéreas 1:30.000 são originalmente coloridas, mas algumas coleções foram reproduzidas em preto e branco, por contato fotográfico e impressas em papel fotográfico comum para uso no projeto. Também foram mantidos contatos com a equipe técnica da DINAGECA para a obtenção de pontos de coordenadas da rede nacional de triangulação de Moçambique, necessários à execução do controle geodésico de campo.

Para a realização do trabalho a equipe da CPRM contou com um engenheiro cartográfico, Hugo de Oliveira Garboggini, que supervisionou em tempo integral o desenvolvimento de todo levantamento fotogramétrico; dois topógrafos, Erval Manoel Linden e Vanilton Silva Badaró; um técnico fotogrametrista; um desenhista; vários auxiliares moçambicanos.

## 6.2 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA E FOTOINTERPRETAÇÃO

Esta atividade encerrou-se em 10.06.82, quando o primeiro esboço do relatório e os mapas fotogeológicos foram preparados. Embora não estivesse na programação das Especificações Técnicas do Contrato GSECHI/CPRM, um relatório final desta atividade foi apresentado ao GSECHI.

/ O trabalho inclui a análise e o resumo de 45 trabalhos de geologia, acentuando-se os aspectos relevantes para a exploração do carvão na região a ser estudada.

Os mapas fotogeológicos foram elaborados a partir da interpretação de fotografias aéreas verticais, nas escalas de 1:50.000 e 1:30.000. Os mapas assim produzidos foram utilizados como base para os trabalhos de campo posteriores, tendo sido progressivamente atualizados quando das atividades subsequentes, notadamente o mapeamento geológico e a sondagem exploratória.

Do ponto de vista da fotointerpretação, as áreas foram classificadas de acordo com 3 graus de prioridade, a serem verificadas durante os estágios exploratórios subsequentes: prioridade 1 - camadas de carvão próximas à superfície; prioridade 2 - camadas de carvão mais profundas; prioridade 3 - regiões de complexidade geológica.

### 6.3 MAPEAMENTO GEOLÓGICO

Este capítulo aborda os temas relativos ao mapeamento geológico, cálculos de reservas e qualidade do carvão de Mucanha-Vuzi, conforme o item 4.3 das Especificações Técnicas do Contrato CPRM-GSECHI.

Trata-se, realmente, de um dos capítulos mais importantes inseridos neste relato, de modo que os assuntos serão examinados com parcimônia e profundidade.

A primeira parte compreende os aspectos geológicos regionais e a estratigrafia e litologia, inclusive a das seqüências carboníferas; a segunda parte examina, por outro lado, as camadas de carvões do ponto de vista estratigráfico, de correlações, das características geométricas e propriedades físico-químicas e cálculos de reservas e recursos.

O trabalho de campo foi realizado pelos geólogos João Ângelo Toniolo, Cláudio Antonio Alcântara Gil (geólogo sênior) e José Leonardo Silva Andriotti, todos com experiência profissional em sua maior parte dedicada ao mapeamento geológico das bacias paleozóicas do Sul do Brasil.

A interpretação e o processamento dos dados de subsuperfície (perfis compostos, correlações, características litológicas dos pacotes carbonosos, etc) foram feitos pelos geólogos José Alcides Ferreira, geólogo sênior com larga experiência profissional em geologia e exploração de depósitos de carvão, e José Leonardo Silva Andriotti, que também vem executando interpretação de perfis compostos há longo tempo.

#### 6.4 GEOFÍSICA TERRESTRE

O levantamento gravimétrico e magnetométrico foi realizado na área de Mucanha-Vuzi no período de 02/junho a 20/setembro, de conformidade com as especificações da atividade 7 do contrato CPRM/GSECHH, de 12.01.82.

O programa objetivou obter informações de subsuperfície, com relação à profundidade e à estrutura do Embasamento cristalino, que jaz sob as rochas da sequência sedimentar Karróo, como forma de otimizar o programa de sondagens e prover dados adicionais para os mapas geológicos e estruturais da área trabalhada.

A equipe de campo operou sob a chefia do Dr. Mont. Antonio Carlos Motta, geofísico sênior, e pelo geofísico júnior Fernando F. Barros, com a assistência do auxiliar de geologia Wilson Moreira da Silva e o topógrafo Zacarias Bertuleza. A equipe contou ainda com pessoal moçambicano, como os técnicos-assistentes José Carlos Mesquita de Souza e Dimas Afonso Abril; e os auxiliares de topografia Antonio Bento da Silva e João Victorino Andrigo; dois motoristas e cerca de vinte trabalhadores locais.

Logo após o encerramento das atividades de campo foi preparado um mapa de contorno estrutural preliminar do topo do Embasamento para fornecer dados para o mapeamento geológico e, particularmente, para a operação de sondagem.

A interpretação final dos dados gravimétricos e magnetométricos, após o processamento em computador, é apresentada neste relatório.

Os dados de produção do levantamento geofísico estão indicados na Tabela 4.1.

## 6.5 SONDAGEM

Este capítulo tem o propósito de apresentar suscintamente os resultados da campanha de sondagem da Fase I do Projeto Mucanha-Vuzi, de acordo com os termos do Anexo I (Especificações Técnicas), do Contrato GSECHI-CPRM.

A sondagem objetivou fornecer informação geológica que permitisse, entre outras coisas, uma avaliação preliminar do depósito carbonífero de Mucanha-Vuzi. Foram perfurados cerca de 10.000 metros utilizando normalmente diâmetros NQ e BQ, estes no caso de ocorrerem problemas operacionais. Esperava-se obter recuperações de testemunhos da ordem de 80% nas rochas sedimentares e cerca de 90% nas camadas de carvão.

Os trabalhos de campo foram desenvolvidos de julho a outubro, totalizando 54 furos, a maior parte localizada no Bloco Bohozi, face a maior potencialidade para carvão deste Bloco em relação ao restante da área levantada. Furos mais rasos foram executados para estudos específicos de hidrogeologia.

A malha de sondagem foi planejada de acordo com as informações obtidas do levantamento geofísico terrestre e o mapeamento geológico.

Perfilagem geofísica foi também realizada nos furos de sondagem.

O equipamento de sondagem consistiu de quatro BBS-17 A, uma BBS-25 e uma CF-15 montada em caminhão, todas equipadas com "wire-line".

Os testemunhos eram colocados em caixas de madeira e, posteriormente, descritos totalmente.

A operação foi comandada pelo geólogo senior Elias Vogt, bastante familiarizado com este tipo de trabalho, seis encarregados, um técnico em fluido de perfuração e pessoal auxiliar, como sondadores, ajudantes, motoristas, mecânicos, etc, incluindo trabalhadores locais.

## 6.6 - PERFILAGEM GEOFÍSICA

Este relatório está baseado em informações técnicas a respeito das perfilações realizadas nos furos de sondagem do projeto Moçambique Programa Mucanha-Vuzi.

Durante a elaboração do relatório procuramos informar quanto ao equipamento de perfilação e tecer comentários sobre cada tipo de perfil, produção e conclusões.

A perfilação geofísica foi executada pelo engenheiro eletrônico Penido Stella, que tem grande experiência na execução de todo o tipo de perfilação geofísica, tendo trabalhado em programas exploratórios para carvão que a CPRM executa na região sul do Brasil.

As informações do equipamento de perfilação possuem referência completa e diagrama em bloco do funcionamento do mesmo. Os comentários possuem uma introdução física explicando a origem, escalas usadas e padrões que são levados em consideração.

A produção da perfilação consta de uma tabela completa, onde estão todos os dados necessários das atividades realizadas.

Finalmente temos as conclusões baseadas nas informações acima e as aplicações em outros órgãos do projeto.

## 6.7 PESQUISA HIDROGEOLÓGICA

Este capítulo refere-se aos trabalhos de Hidrogeologia executados em Moçambique dentro do programa de exploração e avaliação do carvão de Mucanha-Vuzi (atividade 7 do contrato GSECHI-CPRM de 12.01.82).

De acordo com os termos contratuais, a pesquisa hidrogeológica se propunha a analisar, basicamente, as prováveis influências do sistema hidrogeológico local provocadas em eventuais operações mineiras na área. Tendo como limite sul a albufeira da barragem de Cahora Bassa, a análise deverá incluir, naturalmente, a influência que este reservatório d'água possa ter sobre as mesmas.

O estudo hidrogeológico no campo teve a duração de 70 dias, cobrindo o período de 27.08.82 a 04.11.82, e foi conduzido pelo hidrogeólogo Albert Mente que completou 100 dias de permanência em Moçambique. Nos serviços de campo, ajudaram: dois funcionários do GSECHI, os auxiliares de topografia António Bento da Silva e João Victorino Andrigo, além de diversos auxiliares braçais do local.

Os trabalhos de campo englobaram as seguintes tarefas: coleta de dados básicos nos furos de carvão, análise preliminar dos dados obtidos, implantação de uma rede de piezômetros, além da construção de outros poços de observação hidrogeológica a margem da albufeira. Foram coletadas amostras d'água em cerca de 30 furos, de algumas ocorrências de água superficial e de chuva, para análise completa no laboratório.

Os trabalhos de gabinete consistiram na análise definitiva das informações coletadas, a elaboração de diversos mapas e seções hidrogeológicas visando, principalmente, determinar os princípios básicos que condicionam o sistema hidrogeológico da área. Em última análise, estes serviram como fundo para a verificação das influências que futuras obras mineiras possam provocar nas condições hidrogeológicas locais. Fez-se, também, uma avaliação conclusiva sobre a adequabilidade dos

resultados obtidos, postulando-se algumas recomendações para e ventuais estudos hidrogeológicos a nível de maior detalhamento.

## 6.8 ENSAIOS E ANÁLISES DE LABORATÓRIO

Os testemunhos de sondagem foram submetidos a ensaios e análises de forma a se enquadrarem nas Especificações Técnicas do Anexo I, item 4.8, do Contrato CPRM/GSECHI.

A meta final foi, naturalmente, determinar a qualidade do carvão para aplicações energéticas e metalúrgicas.

// Além dos ensaios e análises para o carvão, foram também realizadas análises químicas de amostras de água.

Na rotina estabelecida para os estudos de carvão, os ensaios e análises obedeceram às seguintes etapas: 1) ensaio de afunda-flutua; 2) determinação do peso específico; 3) análise imediata (umidade, cinzas, matéria volátil, carbono fixo); 4) enxofre; 5) poder calorífico superior; 6) índice de inchamento (FSI); 7) ensaio de moabilidade (HGI); 8) flotação; 9) plastometria; 10) dilatometria; 11) micropetrografia; 12) fusibilidade das cinzas; 13) elementos maiores e menores das cinzas. Além dos ensaios mencionados, foram efetuados alguns testes geomecânicos.

De acordo com a solicitação do GSECHI, amostras de cinzas de carvão foram analisadas por espectrografia de emissão com vistas à determinação de elemento germânio.

As análises efetuadas em amostras de água consistiram na caracterização das suas propriedades físico-químicas, a saber: 1) eletrocondutividade; 2) resíduo sólido; 3) determinação de pH; 4) principal aníons e cátions; 5) alcalinidade total; e 6) dureza.

Os estudos petrográficos consistiram na observação microscópica das seções delgadas de testemunhos de sondagem e das amostras de afloramentos pertencentes à série Produtiva.

A maioria dos ensaios e análises foram efetuados pelos principais laboratórios da CPRM: Laboratório Central de Análises Minerais (LAMIN) e Centro de Tecnologia Mineral (CETEM), ambos dotados dos mais modernos equipamentos. Algumas análises,

porém, foram encaminhadas a laboratórios especializados como a Fundação de Ciência e Tecnologia (CIENTEC) e ao laboratório da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), a qual é um consumidor em potencial do carvão a ser produzido na região de Mucanha-Vuzi.

LAMIN e CETEM efetuaram, aproximadamente, 5.400 de terminações, incluindo as análises de rotina. O CETEM efetuou, também, os ensaios preliminares de lavabilidade e flotação. O laboratório da CSN efetuou 103 determinações, compreendendo os seguintes ensaios: 42 de plastometria; 25 de dilatométrica; 11 de poder refletor da vitrinita; 11 de determinação de macerais; 03 de conteúdo de cinzas; 09 de granulometria; 02 de HGI. Os 16 ensaios geomecânicos e os 03 de fusibilidade de cinzas foram efetuados pela CIENTEC.

## 6.9

*ESTUDO DAS ALTERNATIVAS DE ESCOAMENTO*

O estudo das Alternativas de escoamento para a produção do carvão de Mucanha-Vuzi levado à efeito pela Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes - GEIPOT, compreende a atividade 9 como consta do contrato assinado em Viena em janeiro de 1982, entre o Secretário do Carvão e Hidrocarbonetos (GSECHI) da República Popular de Moçambique e a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM da República Federal do Brasil.

Embora o contrato estabeleça a execução a nível de estudo de pré-viabilidade, um esforço adicional foi desenvolvido pelo GEIPOT visando reduzir ao mínimo as incertezas normalmente encontradas nessa fase de estudo, e permitir uma indicação conclusiva da alternativa de transporte mais econômica possível.

Uma ampla análise foi efetuada pelo GEIPOT incluindo aspectos físicos e geográficos, hidrografia, clima, vegetação, aspectos socio-econômicos, análise sectorial da Economia de Moçambique, incluindo ainda serviços de transporte existentes visando a um melhor entendimento da situação atual do país, bem como permitir a previsão da demanda futura de transporte, sobre planos e programas existentes.

## 6.10 COMPILAÇÃO DE DADOS

As atividades descritas neste capítulo estão de acordo com a Atividade 10 do Contrato GSECHI-CPRM de 12.01.82.

Neste capítulo foram incluídas as seguintes atividades:

- . Descrição litológica dos testemunhos de sondagem;
- // . Compatibilização dos perfis litológicos aos geofísicos;
- . Integração de ambos os perfis em logs compostos.

A compilação de dados relativos a outros assuntos, como por exemplo, geofísica de superfície, estudos econômicos, etc, foi desenvolvida dentro do contexto de cada capítulo específico, não sendo, portanto, considerados neste capítulo.

A descrição dos testemunhos de sondagem foi efetuada pelos geólogos: Aramis J. Pereira Gomes, José Eduardo Amaral, José Leonardo Andriotti, João Angelo Toniolo, auxiliados pelos técnicos de mineração: Vilson Goulart, Rogério de Souza, Almir Gomes Freire e Alvaro de Souza. Os geólogos acima mencionados, juntamente com o geofísico Fernando A. do Rego Barros, foram responsáveis pelo ajuste e integração dos perfis litológicos e geofísicos.

6.11. ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA

O presente documento consubstancia a Atividade 11 - Estudo de Viabilidade Técnico-Econômica e Financeira (Preliminar) - definida no Contrato assinado em Viena a 12 de janeiro de 1982, entre o Gabinete do Secretário de Estado do Carvão e Hidrocarbonetos (GSECHI) da República Popular de Moçambique, e a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM da República Federal do Brasil.

O Contrato em referência estabelece o seguinte Escopo de Serviços para a Atividade 11 - item 4.11 - Apêndice I:

"4.11 - Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica  
(Preliminar)

Consolidando os resultados de todos os estudos desenvolvidos nesta fase de pesquisa preliminar, serão apresentados uma Concepção Preliminar da Lavra e do Processo de Beneficiamento, e, ainda, um "Plano de Pesquisa de Detalhes", visando à execução dos trabalhos de pesquisa e de exploração minerais da fase subsequente.

Será executado também, a nível preliminar, um Estudo de Viabilidade Econômica, incluindo orçamentação de investimentos e de custos operacionais, previsão de receitas, fluxo de caixa descontado, indicadores de rentabilidade e retorno e análises de sensibilidade".

Convém esclarecer que o "Plano de Pesquisa de Detalhes" integra o documento "Programa Fase II", apresentado em separado.

Ainda conforme estabelecido no mesmo Contrato, no item 3.2.1.a, o presente Estudo de Viabilidade (Preliminar) foi elaborado pela Cia. Brasileira de Projetos Industriais - COBRAPI como subcontratada da CPRM.

As soluções técnicas propostas neste trabalho, foram alcançadas através da análise cuidadosa das informações geradas na Pesquisa Geológica Preliminar e Estudo das Alternativas de Esc<sup>o</sup>amento de condições locais em Moçambique efetuado pela equipe técnica responsável pela execução do Estudo.

Cabe salientar, que este Estudo, complementa e, em vários casos, retifica as informações do Relatório de Avaliação Preliminar apresentado em outubro/82, devido ao volume de dados adquiridos posteriormente, tais como: conclusões e interpretações dos serviços geologia de campo (mapeamento geológico, sondagem, geofísica, pesquisa hidrogeológica), conclusão das análises e ensaios de laboratório, elaboração do Estudo de Alternativas de Esc<sup>o</sup>amento da Produção e levantamento em Moçambique de dados sócio-econômicos necessários a elaboração do orçamento de investimentos e cálculos dos custos operacionais.

Visando facilitar o manuseio, a leitura e a compreensão do trabalho desenvolvido, este Estudo é apresentado em dois volumes. No primeiro volume, está concentrada toda a parte descritiva compreendendo texto, tabelas e gráficos. No outro volume, composto de Anexos, estão compilados os Desenhos, as Listas de Equipamentos e as Estimativas de Investimentos.

## 6.12 AQUISIÇÃO DE EQUIPAMENTOS E MATERIAIS DIVERSOS

Como foi definido na Seção 6.1 (Anexo I do Contrato GSECHI-CPRM), equipamentos e materiais diversos foram adquiridos e exportados para Moçambique pela CPRM, para serem usados na execução dos serviços contratados. De acordo com o contrato acima mencionado, após a conclusão da Fase I do Programa Muçanha-Vuzi, esses bens serão transferidos para o GSECHI.

Na Tabela 13.1 estão relacionados os equipamentos e os materiais mencionados. De acordo com o orçamento que consta do contrato, foi estimado o valor de US\$ 356,000.00 para aquisição dos bens mencionados.

O valor bruto dos bens adquiridos é de US\$ 410,351,40, dos quais um total de US\$ 53,345.73 corresponde a um crédito da CPRM na Carteira de Comércio Exterior - CACEX (Brasil), e a um valor líquido de US\$ 357,005.67.

Uma relação completa dos bens adquiridos e exportados é apresentada na Tabela 13.2, onde estão especificados os equipamentos para exportação e embarque.

Os veículos e equipamentos mencionados na Tabela 13.2 encontram-se nos escritórios centrais do GSECHI, em Tete, e também no acampamento do rio Bohozi, e já estão sendo utilizados pelas autoridades moçambicanas. Portanto, as obrigações contratuais, referentes à Seção 6.1 (a) do Contrato GSECHI-CPRM de 01.12.82 e com o item 13 da Lista 1 do Acordo de Empréstimo nº 373 P, entre a República Popular de Moçambique e o Fundo OPEC, foram integralmente cumpridos.

### 6.13 SUPERVISÃO E RELATÓRIO FINAL

O Programa Mucanha-Vuzi foi executado sob a coordenação do escritório central da CPRM, localizado no Rio de Janeiro. Esta coordenação ficou a cargo dos geólogos senior: Luiz Antonio Gravatá Galvão, Mario Jorge Costa e Sabino Orlando C. Loguercio, que se encarregaram da supervisão técnica, administrativa e financeira do Programa.

Désde a fase pré-operacional a CPRM vem mantendo um escritório permanente em Maputo, chefiado pelo Geólogo Eugenio Casemiro Szubert. A maior parte do quadro técnico do Projeto provém da Superintendência Regional da CPRM em Porto Alegre. A coordenação das tarefas locais esteve a cargo do Geólogo Antonio Presotto.

Papel importante da equipe coordenadora foi promover e facilitar os contatos entre as autoridades de Moçambique, companhias subcontratadas e órgãos financiadores.

Outra função importante da coordenação foi supervisionar a execução das atividades programadas em todos os níveis, dentro dos critérios e padrões normalmente utilizados em suas atividades no Brasil e no exterior.

A execução do relatório final foi totalmente supervisionada e coordenada pela CPRM, estando sob a responsabilidade dos Geólogos Mario Jorge Costa e Sabino Orlando C. Loguercio.

A coordenação das atividades subcontratadas com a COBRAPI e o GEIPOT ficou a cargo do Engenheiro José Elisio Paixão e do Engenheiro Paulo Buarque de Nazaré, respectivamente.



7. GEOLOGIA DO CARVÃO E  
CÁLCULO DE RESERVAS

7 GEOLOGIA DO CARVÃO E CÁLCULO DE RESERVAS

A Série Produtiva inclui a maior parte das seqüências carboníferas da área. Suas características litológicas permitem mapeá-la facilmente em superfície ou subsuperfície.

Dois blocos podem ser identificados como áreas com ocorrências de carvão, informalmente chamadas de Vuzi e Bohozi. O Bloco Bohozi é considerado como prioritário para um programa de detalhamento devido à extensão, número, espessura e propriedades físico-químicas das camadas de carvão.

Tanto os dados de superfície como os de subsuperfície indicaram a extensão de todas as camadas de carvão para leste, exceto a B<sub>0</sub>, até o limite da área trabalhada. Este fato reforça o interesse pela extensão dos estudos até a região próxima ao rio Mucanha.

A região está afetada por movimentos tectônicos verticais, originando, assim, uma típica região de falhamento em blocos. Suas falhas principais, denominados Matemoé e Principal, mostram mergulhos estimados de, respectivamente, cerca de 600 metros e 200 metros. Outras fraturas secundárias e lineamentos não parecem apresentar deslocamentos significativos.

Rochas vulcânicas alcalinas ocorrem na área, mas aparentemente não afetam significativamente as camadas de carvão no Bloco Bohozi.

Continuidade lateral, área de ocorrência, espessura média e propriedades físico-químicas asseguram que há quatro camadas de carvão principais no Bloco Bohozi: B<sub>1</sub> inf, B<sub>1</sub> sup, B<sub>3</sub> e B<sub>2</sub>. B<sub>0</sub> e B<sub>4</sub> são menos importantes, enquanto que camadas de carvão secundárias encontradas têm apenas expressividade local.

As reservas totais estimadas das camadas de carvão principais são:

$$\begin{aligned} B_{1 \text{ sup}} &= 461,892 \times 10^6 \text{ t} \\ B_{1 \text{ inf}} &= 414,909 \times 10^6 \text{ t} \\ B_2 &= 410,184 \times 10^6 \text{ t} \\ B_3 &= 312,064 \times 10^6 \text{ t} \end{aligned}$$

As reservas medidas, indicadas e inferidas para espessuras de cobertura acima ou abaixo de 80 metros são mostradas na tabela abaixo (tabela 1.1):

TABELA DE RESERVAS DE CARVÃO NA CAMADA ( $10^6$ t) SEGUNDO A CLASSE DAS RESERVAS E ESPESSURA DA COBERTURA  
BOHOZI BLOCK COAL IN THE SEAM RESERVES, ACCORDING TO CATEGORIES AND THICKNESS OF OVERBURDEN

RESERVAS RESERVES ( $10^6$ t)		MEDIDA Measured	INDICADA Indicated	INFERIDA Inferred	TOTAL
B <sub>3</sub>	≥ 80	9,056	31,444	13,059	53,559
	< 80	17,080	69,169	270,376	356,625
B <sub>2</sub>	≥ 80	17,000	52,736	11,191	80,927
	< 80	26,473	102,085	205,424	333,982
B <sub>1</sub> Sup	≥ 80	33,465	90,173	25,742	149,380
	< 80	43,340	131,320	137,852	312,512
B <sub>1</sub> Inf	≥ 80	21,715	51,532	11,122	84,369
	< 80	39,805	114,096	73,794	227,695
SUB-TOTAL	≥ 80	81,236	225,885	61,114	368,235
	< 80	126,698	416,670	687,446	1.230,814
TOTAL		207,934	642,555	748,560	1.599,049

TABLE 1.1

Os recursos totais para as camadas de carvão principais e secundárias estão sumarizados na tabela 1.2, abaixo:

RECURSOS TOTAIS DO CAMPO CARBONÍFERO MUCANHA-VUZI  
MUCANHA-VUZI COAL FIELD TOTAL COAL RESOURCES

$\times 10^6 t$

C A M A D A Coal Seam	R E C U R S O S T O T A I S Total Resources			
	BOHOZI	VUZI	MUCANHA	TOTAL
B <sub>4</sub>	30	4	108	142
B <sub>3</sub>	410	45	558	1.013
B <sub>2</sub>	414	73	168	655
B <sub>1</sub> Sup	461	51	451	963
B <sub>1</sub> Inf	312	43	378	733
B <sub>0</sub>	55	-	-	55
T O T A L	1.682	216	1.663	3.561

TABLE 1.2

As camadas de carvão estão separadas por seqüências sedimentares que medem, da base para o topo:

entre B <sub>0</sub> e B <sub>1</sub> inf	=	40 m
entre B <sub>1</sub> sup e B <sub>2</sub>	=	80 m
entre B <sub>2</sub> e B <sub>3</sub>	=	50 m
entre B <sub>3</sub> e B <sub>4</sub>	=	25 m

Encaixadas nestas seqüências intermediárias há camadas de carvão secundárias com espessura e continuidade lateral variáveis. Algumas destas camadas secundárias podem ser mineradas quando a cobertura for inferior a 40 metros e elas podem ser mineradas junto com as camadas principais.

As camadas de carvão B<sub>1</sub> sup, B<sub>1</sub> inf, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub> e B<sub>4</sub> mostraram extensão para sul até o limite da área estudada. Como as camadas mergulham para sul, há um aumento das profundidades das camadas de carvão para sul. Assim, a maior parte das camadas de carvão estão em profundidades maiores que 80 metros no limite sul da área trabalhada.

As espessuras médias (carvão na camada) das principais camadas de carvão, obtidas dos dados dos furos, são as seguintes:

B <sub>0</sub>	=	6,12	±	3,31 m
B <sub>1</sub> inf	=	7,24	±	2,40 m
B <sub>1</sub> sup	=	8,64	±	2,13 m
B <sub>2</sub>	=	7,53	±	1,97 m
B <sub>3</sub>	=	7,00	±	3,16 m
B <sub>4</sub>	=	1,87	±	0,93 m

As camadas podem ser divididas em leitos facilmente identificados nos logs compostos.

A distribuição superficial das camadas de carvão conhecidas é, grosseiramente, 12 km E-W por 5 km N-S.

Os estudos de mercado e de qualidade do carvão levam a admitir um produto principal (carvão metalúrgico) com 10% de cinzas e um subproduto (carvão energético para combustão direta) com 20% de cinzas. Desse modo, as curvas teóricas de rendimento para

uma fração com 10% de cinzas constitui o ponto crítico que define a viabilidade deste depósito de carvão.

O rendimento teórico médio no Bloco Bohozi é o seguinte:

B <sub>3</sub>	- 36%
B <sub>2</sub>	- 28%
B <sub>1</sub> sup	- 18%
B <sub>1</sub> inf	- 15%

As camadas remanescentes apresentam variações lateral e vertical mas em alguns locais apresentam rendimentos próximos ao da B<sub>2</sub> e B<sub>3</sub>.

Os rendimentos teóricos das principais camadas de carvão para produzir produtos intermediários com 20% de cinzas são menores que 5% em todos os cálculos. Este produto precisa ser basicamente obtido de perdas resultantes do processo de preparação da fração melhor.

Os conteúdos médios de cinzas dos carvões descritos e cubados são os seguintes:

B <sub>1</sub> inf	= 35%
B <sub>1</sub> sup	= 37%
B <sub>2</sub>	= 28%
B <sub>3</sub>	= 24%

Todas as camadas de carvão principais podem ser divididas em bancos com diferenças significativas na qualidade do carvão. A lavra seletiva destes bancos seria vantajosa do ponto de vista de previsão de rendimentos.

Os valores de poder calorífico são muito semelhantes para as camadas carvão B<sub>1</sub> inf, B<sub>1</sub> sup, B<sub>2</sub> e B<sub>3</sub>, ao redor de 6.700 cal/g, para carvão com 20% de cinzas em base úmida, e um pouco mais baixo para a camada B<sub>0</sub>, 6.650 cal/g, para o mesmo conteúdo de cinzas.

A matéria volátil, em base seca, livre de cinzas, foi calculada para a fração < 1,35, resultando 35,9% a 23,9%. Ela

diminui da camada  $B_4$  para a  $B_0$ , isto é, de acordo com as profundidades das camadas de carvão.

As camadas de carvão  $B_3$ ,  $B_2$ ,  $B_{1 \text{ inf}}$ ,  $B_{1 \text{ sup}}$  têm uma composição maceral caracterizada pela predominância do grupo da vitrinita e conteúdos moderados de inertinita (principalmente semifusinita) e baixos conteúdos do grupo da exinita. A camada  $B_0$  mostra uma composição maceral muito peculiar, com altos conteúdos de semifusinita e fusinita. A refletância média das vitrinitas varia de 0,89 ( $B_3$ ) a 1,02 ( $B_0$ ), com um gradiente de 0,06/100 m.

O grau de carbonificação (estágio de "rank") foi estabelecido para os sistemas Americano, Alemão e Internacional usando parâmetros como refletância das vitrinitas, matéria volátil, poder calorífico, dilatométrica Audibert-Arnu, de acordo com sua aplicabilidade em cada caso. Os resultados são os seguintes:

$B_0$  - Betuminoso de alto volátil A; gás; 411

$B_{1 \text{ inf}}$  e  $B_{1 \text{ sup}}$  - Betuminoso de alto volátil A; gás ;  
535

$B_3$  e  $B_2$  - Betuminoso de alto volátil A; gás-a:gás flamm;  
635.

Os resultados dos testes de coqueificação, dilatométrica Audibert-Arnu, plastometria Gieseler e F.S.I. foram muito altos para as camadas  $B_{1 \text{ inf}}$  e  $B_{1 \text{ sup}}$ , altos para  $B_2$ ,  $B_3$ ,  $B_4$  e camadas secundárias e baixas para  $B_0$ .

Alguns poucos resultados baixos de F.S.I. são devidos à localização da camada de carvão diretamente sob sedimentos fluviais, em consequência sob severas condições de infiltração de água e resultando em oxidação do carvão.

Os conteúdos de enxofre foram sistematicamente baixos em frações leves, variando de 0,5 a 1,1%. As frações pesadas mostram suaves aumentos ou diminuições, demonstrando, assim, a estrita associação destes elementos com matéria orgânica como pirita fina e/ou sulfeto orgânico.  $B_{1 \text{ sup}}$  e  $B_{1 \text{ inf}}$  mostram teores médios de enxofre um pouco mais elevados que as outras camadas de carvão.

Umidade é muito baixa, de 0,8 a 1,3%, diminuindo das camadas superiores para as inferiores.

Determinações de elementos maiores nas cinzas indicam a presença dominante de  $Al_2O_3 + SiO_2$ , de 75% a mais de 85%, sugerindo a predominância do argilomineral caolim na matéria mineral dos carvões.

Os elementos menores mostram concentrações notáveis de Co, Cu, V e especialmente Cr quando comparados com os carvões australianos. Ge, entretanto, extensivamente analisado, mostra baixas concentrações.

Os três testes de fusibilidade das cinzas executados indicaram que as temperaturas de fusão e liquidez estão muito além dos limites padrão usualmente especificados.

A dureza do carvão, estimada pelo teste HGI, é moderadamente alta.

Em resumo, o carvão com 10% de cinzas a ser produzido tem propriedades gerais adequadas para ser vendido e usado como carvão coqueificável. O carvão com 20% de cinzas, por sua vez, é caracterizado pelo seu alto poder calorífico, constituindo-se em um valioso subproduto. A produção combinada de ambos os carvões levaria a uma utilização racional deste importante bem mineral não renovável de Moçambique.

8. ESTUDO DAS ALTERNATIVAS  
DE ESCOAMENTO

## 8 ESTUDO DAS ALTERNATIVAS DE ESCOAMENTO - SUMÁRIO

## 8.1 Aspectos Gerais

O estudo das alternativas de escoamento de produção de carvão da região de Mucanha/Vuzi elaborado pela Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes - GEIPOT, compreende a atividade 9 (nove) conforme estabelecido no contrato assinado em Viena a 12 de janeiro de 1982, entre o Gabinete do Secretário de Estado do Carvão e Hidrocarbonetos (GSECHI) da República Popular de Moçambique e a Companhia de Pesquisa de Recursos Mineirais - CPRM da República Federativa do Brasil.

Embora o contrato estabeleça a execução do estudo em nível de pré-viabilidade, um esforço adicional foi desenvolvido pelo GEIPOT objetivando reduzir ao mínimo as margens de erro normalmente aceitas nesse nível de estudo, para permitir uma indicação conclusiva da alternativa de transporte mais econômica.

Uma ampla análise foi feita pelo GEIPOT incluindo aspectos físicos, geográficos, hidrográficos, climáticos, de vegetação e sócio-econômicos, além de uma análise setorial da economia de Moçambique, incluindo os serviços de transporte existentes, visando a um melhor entendimento da situação atual do país e para permitir uma previsão da demanda futura de transporte baseada nos planos e programas existentes.

## 8.2 - Estudos de Demanda

No estudo de demanda foram considerados três tipos de fluxos de tráfegos:

- Carvão das minas de Mucanha/Vuzi e Moatize tanto para consumo interno quanto para exportação.
- Importação, exportação e tráfego interno de outros produtos.
- Tráfego de passagem nas rotas em estudo, com origem ou destino nos países vizinhos.

A República Popular de Moçambique é um país de orientação socialista, inspirado nos princípios do Marxismo-Lenismo. Sob esta orientação política todo o desempenho da economia do país é baseada em uma estrutura de planificação centralizada no Estado. Por esta razão as análises dos fluxos de tráfego no território de Moçambique para o ano de 1981, tomado como ano base para as previsões da futura demanda por transporte em cada alternativa fundamentaram-se nas seguintes evidências e premissas:

- Moçambique não apresenta séries históricas de população e produção que possam ser aceitas como representativas de um período estável nem para definir uma tendência do seu crescimento econômico natural, devido:
  - aos dez anos de luta pela sua independência que afetou seriamente a produção até 1975 e que causou distorções no censo da população de 1970, se comparado com o censo de 1980.
  - a evasão de técnicos e mão-de-obra especializada de origem européia no período após a independência (1975-1976 e 1977), e não completamente substituída em quantidade suficiente para retornar aos mesmos níveis de produção existentes antes de 1975.
  - a luta de independência da Rodésia (Zimbabwe), que levou ao fechamento da fronteira entre ambos os países e ataques constantes da Força Aérea Rodesiana contra a infra-estrutura de transportes e produção de Moçambique, até 1979.
  - aos fatores climáticos adversos, como as enchentes que ocorreram na parte sul do país em 1977 e 1978 e a seca em seis das dez províncias durante 1979 e 1980, que afetou muito a produção agrícola.
- O Governo de Moçambique fixou as metas de crescimento econômico para o decênio, baseado na recuperação dos níveis de produção anteriores à independência. Foi admitido pelo GEIPOT que as metas fixadas para o ano de 1981 eram coerentes com as metas de longo prazo e que o Governo de Moçambique considerou todos os problemas envolvidos para o seu sucesso.

Com relação a esta consideração deve ser observado que embora as estatísticas oficiais mostrem que os níveis de produção do ano base de 1981 ficaram abaixo das metas fixadas, a falta de uma série histórica estável não permite qualquer conclusão sobre a escolha do ano de 1981.

Com base nestas análises, as metas de produção bem como a programação de transporte proposta no Plano Nacional de Transporte de 1981 foram pressupostos como sendo os dados e ano base teóricos para as previsões, apesar das diferenças das estatísticas oficiais de 1981, as quais foram consideradas com tendo sido afetadas por eventos ocasionais.

A Tabela 1.9.1 apresenta a área e a população por província para os censos de 1970 e 1980.

TABELA 1.9.1 - ÁREA E POPULAÇÃO POR PROVÍNCIA  
1970-1980

PROVÍNCIAS	ÁREA Km <sup>2</sup>	POPULAÇÃO (1000 hab)		TAXA ANU AL CRESCIM. % a.a.	AGREGADOS FAMILIARES (1980) (1000)
		1970	1980		
1. CABO DELGADO	82.625	548	940	5,60	136,1
2. NIASSA	129.056	285	514	6,07	221,9
3. NAMPULA	81.606	1.716	2.403	3,42	640,8
4. TETE	100.724	468	831	5,91	587,0
5. ZAMBEZIA	105.008	1.747	2.500	3,65	192,1
6. MANICA	61.661	427	641	4,15	124,0
7. SOFALA	68.018	652	1.065	5,03	224,5
8. GAZA	75.709	794	991	2,24	233,0
9. INHAMBANE	68.615	748	998	2,93	209,0
10. MAPUTO	26.358	800	1.247	4,54	267,1
TOTAL	799.380	8.185	12.130	4,01	2.835,1

Fonte: Conselho Coordenador de Recenseamento - 1º Recenseamento Geral da População - 1 de agosto de 1980

Os fluxos de carvão e de outras mercadorias mostrados nas figuras 1.9.1 e 1.9.2 consiste no tráfego programado para 1981 nos sistemas ferroviários do CFM-Centro e CFM-Norte em direção aos portos de Beira e Nacala respectivamente. Embora as estatísticas oficiais mostrem que o nível de produção de carvão para 1981 foi 40% menor que os valores programados, eles foram considerados como base para as previsões visto que esta diferença para a produção de carvão planejada foi causada por problemas de transporte.

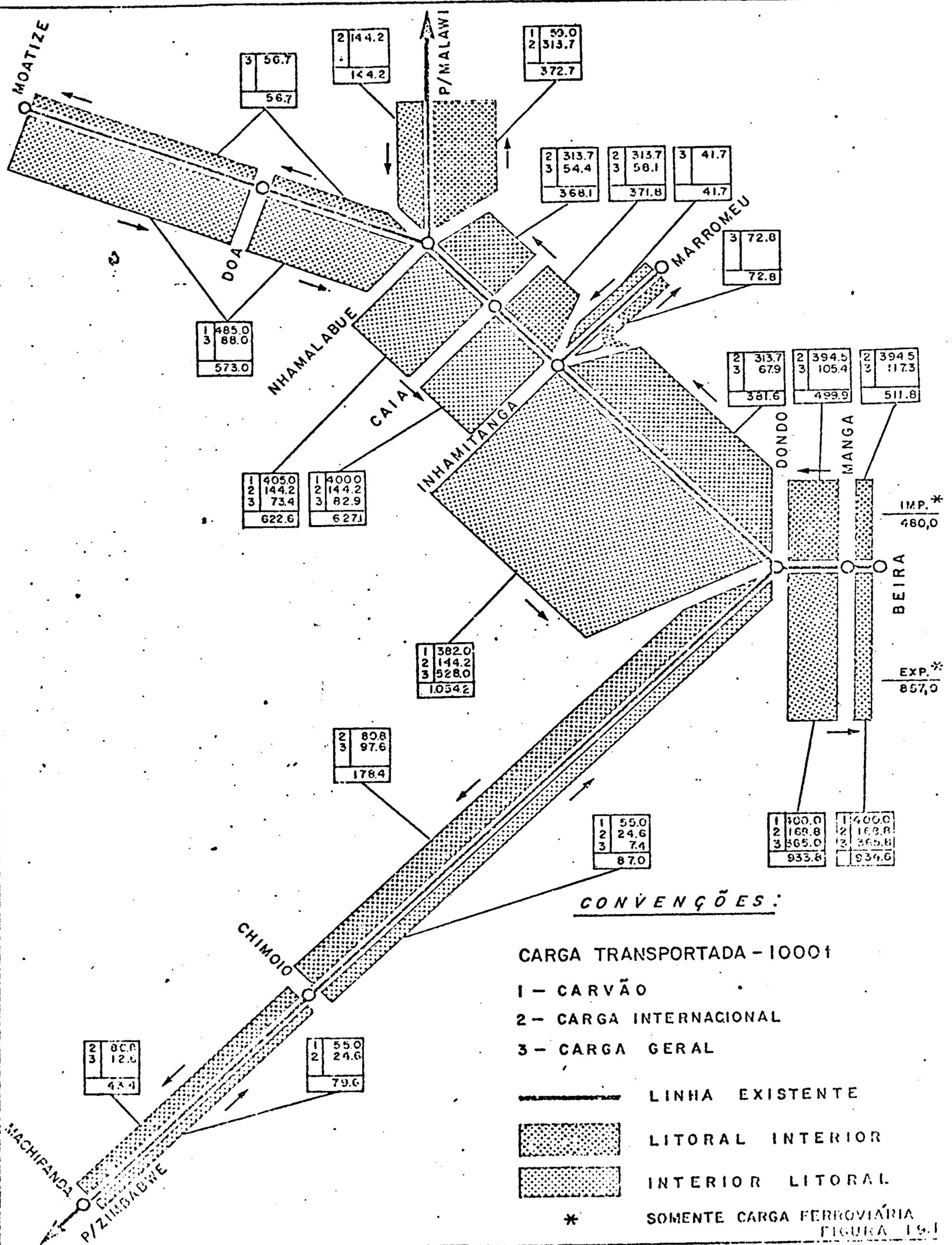
As estimativas futuras dos fluxos de carvão considera os objetivos da Secretaria de Estado do Carvão e Hidrocarbonetos de Moçambique - GSESHI ajustados para o mínimo período de tempo necessário para a construção, reabilitação e melhoria do sistema de transporte. Para análise de custo foi considerada a meta de atingir um nível de produção de 1.000.000 t/ano de carvão Mucanha/Vuzi e 2.000.000 t/ano em Moatize em 1990; 3.000.000 t/ano em Mucanha/Vuzi e 3.000.000 t/ano em Moatize em 1995 e finalmente, 6.000.000 t/ano em Mucanha/Vuzi e 4.000.000 t/ano em Moatize no ano 2000. Para a comparação de custos admitem-se, também, a hipótese de atingir 1.500.000 t/ano e 2.000.000 t/ano de carvão em Moatize, dependendo da renovação e melhoria da ferrovia existente e da construção do novo terminal de carvão em Beira.

A Tabela 1.9.2 mostra fluxo de carvão em 1981 e as previsões para consumo doméstico e exportação.

As informações dos fluxos de outras mercadorias basearam-se na programação de transporte de insumos e produtos do Plano Nacional de Transportes para o atendimento das metas de produção e comercialização no ano base de 1981. Tais fluxos foram alocados por produto e trecho da rede de transportes, o que permitiu a construção da matriz de origem/destino para o ano base de 1981, por modalidade. Foi ainda avaliado o período de maior demanda de transporte, mediante análise das demandas mensais de todos os produtos.

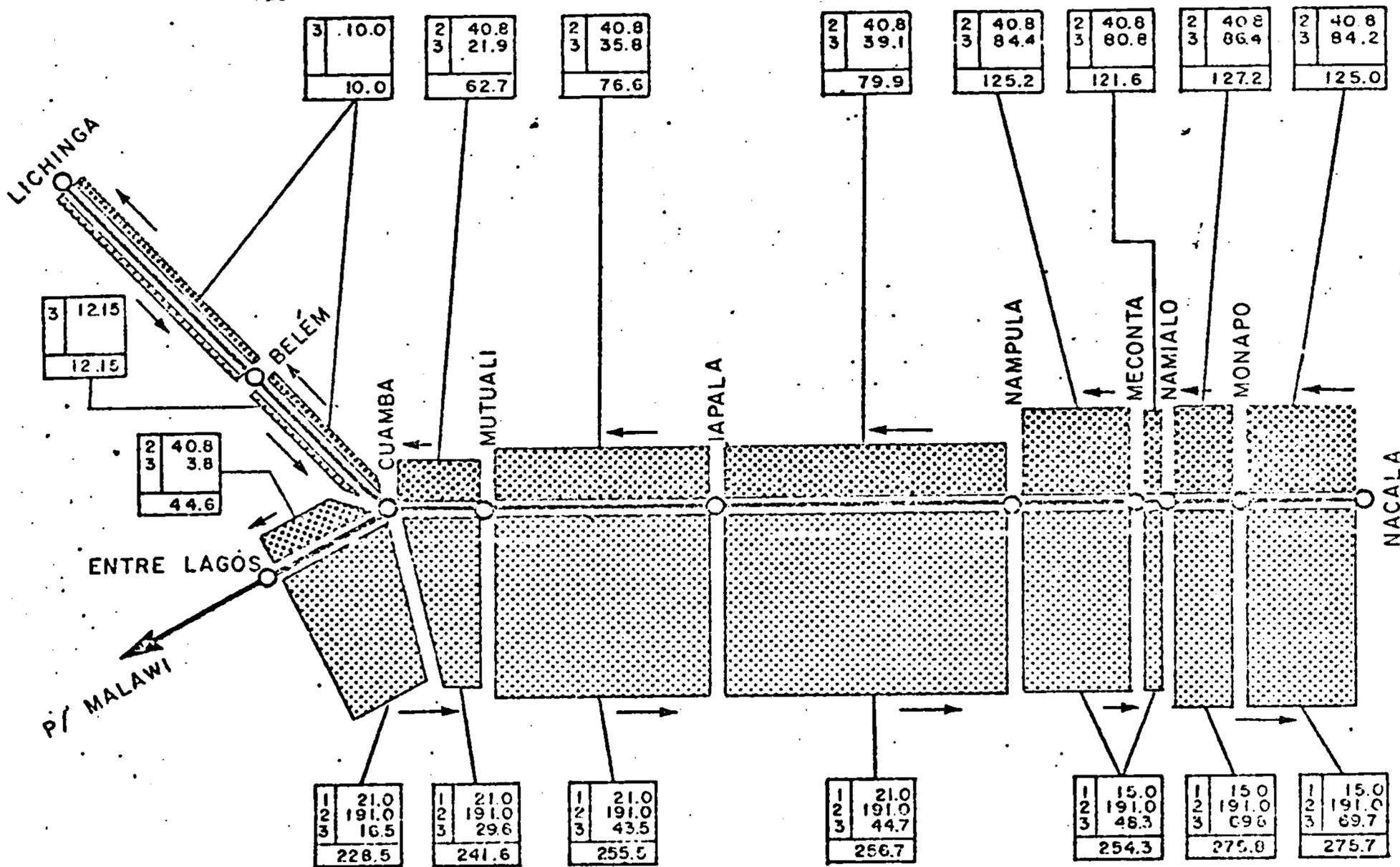
A ausência de séries históricas de população e produção que possam ser aceitas como representativas do crescimento natural da economia de Moçambique, conduz a uma simples aproximação nas previsões da matriz de origem/destino.

# MT-GEI POT



MOÇAMBIQUE C.F.M. CENTRO

Fluxos Ferroviários Alocados - 1981 -



CONVENÇÕES:

CARGA TRANSPORTADA - 1000t

- 1 - CARVÃO
- 2 - CARGA INTERNACIONAL
- 3 - CARGA GERAL



LINHA EXISTENTE



LITORAL INTERIOR



INTERIOR LITORAL

FIGURA 1.9.2

MOÇAMBIQUE C.F.M. NORTE

Fluxos Alocados -1981-

Foi considerado que para atingir as metas propostas para esta década cada distrito deve ter como mínimo o mesmo "superavit" da produção "per-capita" definido pelas metas para 1981 e, também, assumindo que os destinos futuros dos excedentes deverão distribuir-se de forma semelhante às metas de 1981.

Somente em duas áreas o aumento na produção agrícola foi considerado sujeito ao impacto do transporte, uma vez que foi assumido que o governo poderia desenvolver projetos agrícolas nas áreas mais favoráveis de influência dos projetos. As duas regiões consideradas foram o Planalto da Marávia-Angónia (na Província de Tete) e a área de influência da alternativa ferroviária através da Província da Zambézia.

As figuras 1.9.1 e 1.9.2 mostram os fluxos totais ferroviários de 1981 alocados aos sistemas CFM-Centro e CFM-Norte.

TABELA 1.9.2 - FLUXOS DE CARVÃO  
CONSUMO INTERNO E EXPORTAÇÃO POR ORIGEM

Em 10<sup>3</sup> t

TRECHOS	1981	1986	1990	1995	2000	2010
<b>1. CONSUMO INTERNO</b>						
Moatize-Nhamalabue-Vila Nova da Fronteira-Nkaia-Entre Lagos-Nampula	6	7	8	10	13	21
Moatize-Nhamalabue-Vila Nova da Fronteira-Nkaia-Entre Lagos-Nacala	15	17	20	25	32	52
Moatize-Dondo	37	43	48	62	79	128
Moatize-Vila Nova da Fronteira	21	24	27	35	45	73
Moatize-Inhamitanga	18	21	24	30	38	62
Moatize-Beira	75	87	98	125	160	260
Moatize-Caia	5	6	7	8	11	17
<b>SUB-TOTAL 1 - CONSUMO INTERNO</b>	<b>177</b>	<b>205</b>	<b>232</b>	<b>295</b>	<b>378</b>	<b>613</b>
<b>2. EXPORTAÇÃO</b>						
Moatize-Inhamitanga-Vila Nova da Fronteira-Blantyre (Exp.)	59	79	100	133	179	320
Moatize-Beira (Exp.)	270	716	2.668	5.572	9.443	9.067
<b>SUB-TOTAL 2 - EXPORTAÇÃO</b>	<b>329</b>	<b>795</b>	<b>2.768</b>	<b>5.705</b>	<b>9.622</b>	<b>9.387</b>
<b>SUB-TOTAL: ORIGEM MOATIZE</b>	<b>506</b>	<b>1.000</b>	<b>2.000</b>	<b>3.000</b>	<b>4.000</b>	<b>4.000</b>
<b>SUB-TOTAL: ORIGEM MUCANIA/VUZI</b>	-	-	<b>1.000</b>	<b>3.000</b>	<b>6.000</b>	<b>6.000</b>
<b>TOTAL: MOZAMBIQUE</b>	<b>506</b>	<b>1.000</b>	<b>3.000</b>	<b>6.000</b>	<b>10.000</b>	<b>10.000</b>

ORS.: Carvão com origem no ZIMBABWE no TRECHIO MACHIPANDA-BETRA = 55 x 10<sup>3</sup> t - não foi projetado, por não ter sido considerado como troca comercial em bases permanentes.

### 8.3 ESTUDOS DE TRANSPORTES

#### 8.3.1 *Área e Localização Geográfica da Bacia Carbonífera de Mucanha-Vuzi*

Para efeito dos estudos de transporte para escoamento da produção de carvão da Região de Mucanha/Vuzi, as áreas consideradas compreendem a região carbonífera de Mucanha/Vuzi e sua área de influência direta e indireta.

A Região carbonífera localizada entre os Rios Mucanha e Vuzi, é parte das ocorrências da bacia carbonífera de Chicoa-Mecucoé, no curso médio do Rio Zambeze, a montante da barragem hidrelétrica de Cahora-Bassa, na Província de Tete, aproximadamente entre 30°55' e 31°40' de longitude leste e entre 15°20' e 15°50' de latitude sul. Localiza-se em sua quase totalidade no Distrito de Magoé, e em diminuta extensão no Distrito de Maravia.

Ocupa uma superfície de pouco mais de 300 km<sup>2</sup>, com uma extensão de cerca de 40 km por uma largura de cerca de 8 km, com aproximadamente 40% dessa superfície permanentemente submersa pela Albufeira Cahora-Bassa podendo, em casos extremos da subida do nível das águas (cheia catastrófica), ficar coberta pouco mais de 50% da área em questão.

Considerou-se como área de influência direta, os distritos de Fingoé, Zumbo, Tembué, Furancungo, Moatize, Tete, Songo, Magoé e Maravia, na província de Tete.

A área de influência indireta para os estudos de transporte compreendem, basicamente, todo o território moçambicano principalmente aquele situado ao norte do Rio Save, além do Malawi e Zimbabwe, estes últimos como origem dos fluxos de passagem para exportação e importação através das ferrovias da CFM-C e CFM-N, e portos de Beira e Nacala, objeto do estudo.

#### 8.3.2 *Rotas e Alternativas Consideradas*

As análises conduzidas pelo GEIPOT, com base nas informações, planos e projetos existentes, tiveram por objetivo selecionar, em caráter conclusivo, a alternativa mais econômica para o escoamento

mento da produção de carvão da Região de Mucanha/Vuzi, complementada pela produção de Moatize.

No estudo foram consideradas as seguintes rotas e alternativas mostrada na Figura 1.9.3.

O terminal de carvão está localizado nas proximidades do Rio Bohozi, a 150 metros na direção Nordeste e a 40° do ponto definido pelas coordenadas UTM 8.271.500 Norte e 334.000 Este .

● Rota 1 - Porto da Beira

- ALTERNATIVA 1.1 Norte - Via CFM - Centro

Construção do trecho ferroviário ao norte da Albufeira de Cahora Bassa ligando Mucanha/Vuzi a Cambulatsisse (364 km); recuperação e melhoria da linha ferroviária existente entre Cambulatsisse e o Porto da Beira (517 km), complementado pela recuperação e melhorias do trecho ferroviário Cateme-Cambulatsisse (26 km); construção da variante Moatize-Cateme (32 km) e construção do novo terminal de carvão do Porto da Beira (Franquia) e acessos.

- ALTERNATIVA 1.2 - SUL - Via Navegação na Albufeira de Cahora-Bassa e CFM - Centro

Navegação na Albufeira de Cahora-Bassa (124 km) com a construção de um terminal de embarque próximo ao Rio Bohozi e de desembarque em Nhancapirire; construção do trecho ferroviário entre Nhancapirire e Moatize (151 km); construção da variante Moatize-Cateme (32km), recuperação e melhoria do trecho ferroviário Cateme-Cambulatsisse-Porto Beira (543 km) e construção do novo terminal de carvão do Porto da Beira (Franquia) e acessos.

● Rota 2 - Porto de Nacala

- ALTERNATIVA 2.1 SUL - Via Malawi e CFM - Norte

Navegação na Albufeira de Cahora Bassa (124 km) com a construção do terminal de embarque próximo ao Rio

Bohozi e desembarque em Nhancapirire; construção da ligação ferroviária entre Nhancapirire e Moatize (151 km); construção da variante Moatize-Cateme (32km); recuperação e melhoria da linha ferroviária existente entre Cateme e Cambulatsisse (26 km); construção do trecho ferroviário entre Cambulatsisse e Utale (191 km) no Malawi; utilização da linha ferroviária existente no Malawi entre Utale e Entre Lagos (113 km); recuperação e melhoria da linha ferroviária existente do CFM-Norte, de Entre Lagos a Nacala (615 km), construção do novo terminal de carvão em Nacala (Ponta Namuaxi) e acessos.

- ALTERNATIVA 2.2 SUL - VIA ZAMBÉZIA

Navegação na Albufeira de Cahora Bassa (124 km), com a construção do terminal de embarque próximo ao Rio Bohozi e desembarque em Nhancapirire; construção do trecho ferroviário entre Nhancapirire e Moatize (151 km); construção da variante Moatize-Cateme (32 km); recuperação e melhoria da linha existente entre Cateme e Nhamalabuê (222 km); construção da ligação ferroviária através da Província da Zambézia, entre Nhamalabue e Rio Muelaiva (257 km); melhoria da linha existente Muelaiva - Muconha (25 km); construção da ligação ferroviária Muconha-Monapo (479 km); recuperação e melhoria da linha ferroviária existente entre Monapo e o Porto de Nacala (67 km); construção do novo terminal de carvão no Porto de Nacala (Ponta Namuaxi) e acessos.

- ALTERNATIVA 2.3 NORTE - VIA MALAWI E CFM - NORTE

Construção do trecho ferroviário ligando Mucanha/Vuzi a Cambulatsisse (364 km); recuperação e melhoria do trecho Cateme-Cambulatsisse (26 km); construção da variante Moatize-Cateme (32 km); construção do trecho ferroviário entre Cambulatsisse e Utale (191 km) no Malawi; utilização da ligação ferroviária existente no Malawi entre Utale e Entre Lagos (Moçambique) (113 km); recuperação e melhoria da linha ferroviária existente

no CFM-Norte, de Entre Lagos a Nacala (615 km); construção do novo terminal de carvão em Nacala (Ponta Namuaxi) e acessos.

- ALTERNATIVA 2.4 NORTE - VIA ZAMBÉZIA

Construção do trecho ferroviário ligando Mucanha/Vuzi a Cambulatsisse (364 km); recuperação e melhoria do trecho Cateme-Cambulatsisse (26 km); construção da variante Moatize-Cateme (32 km); recuperação e melhoria da linha existente entre Cambulatsisse e Nhamalabue (196 km); construção da ligação ferroviária através da província da Zambézia entre Nhamalabue e Rio Muelaiva (257 km); melhoria da linha existente Muelaiva-Muconha (25 km); construção da ligação ferroviária Muconha-Monapo (479 km); recuperação e melhoria da linha ferroviária existente entre Monapo e o Porto de Nacala (67km); construção do novo terminal de carvão no Porto de Nacala (Ponta Namuaxi) e acessos.

● Rota 3 - Rio Zambeze

- ALTERNATIVA 3.1 SUL - VIA ALBUFEIRA DE CAHORA BASSA

Navegação na Albufeira de Cahora Bassa (124 km) com a construção de terminal de embarque próximo ao Rio Bohozi e de desembarque em Nhancapirire, construção dos trechos ferroviários entre Nhancapirire e Tete (131km) e entre Moatize e Tete (20 km), construção do terminal fluvial de transbordo em Tete; navegação do Rio Zambeze (500 km) e construção do terminal de carvão na foz (Chinde).

- ALTERNATIVA 3.2 NORTE - VIA CAMBULATSISSE

Construção do trecho ferroviário ligando Mucanha/Vuzi a Cambulatsisse (364 km); recuperação e melhoria do trecho ferroviário existente entre Cambulatsisse e Cateme (26 km); construção da variante Moatize-Cateme (32 km); construção de novo trecho ferroviário entre Moatize e Tete (20 km); construção do terminal de trans

bordo em Tete; navegação do Rio Zambeze (500 km) e construção do terminal de carvão na foz (Chindo).

Uma síntese das alternativas do Estudo é apresentada na Tabela 1.9.3.

TABELA 1.9.3 - SÍNTESE DAS ALTERNATIVAS DO ESTUDO

ROTAS ALTERNATIVAS	NOVAS LIGACÕES FERROVIÁRIAS (km)	RECUP. E MELHORIA DE FERROVIA (km)	NAVEGAÇÃO FLUVIAL E LACUSTRE (km)	CONSTRUÇÃO DE TERMINAIS (Nº)		
				FLUVIAL	FLUVIAL OU LACUSTRE	MARÍTIMO
<u>ROTA 1</u>						
ALT. 1.1	396**	543	-	1	-	1
ALT. 1.2	183**	543	124	1*	2*	1
<u>ROTA 2</u>						
ALT. 2.1	374**	754	124	1*	2*	1
ALT. 2.2	919**	314	124	1*	2*	1
ALT. 2.3	587**	754	-	1	-	1
ALT. 2.4	1.132**	314	-	1	-	1
<u>ROTA 3</u>						
ALT. 3.1	151	-	624	1*	3*	1
ALT. 3.2	416	26	500	2	1	1

\* Considerando o terminal ferroviário separado do terminal fluvial ou lacustre

\*\* Inclusive variante Moatize-Cateme (32 km).

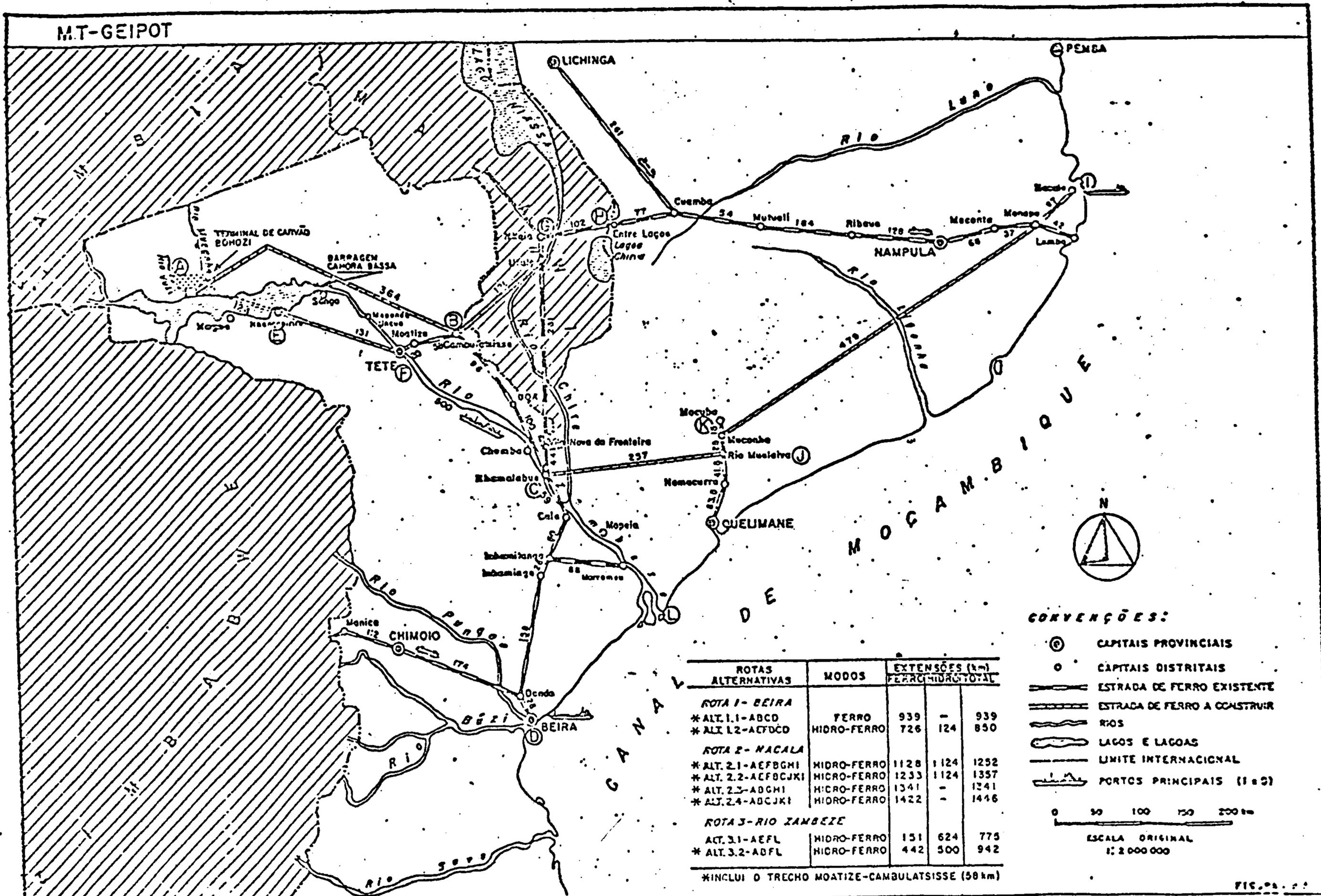
8.3.3

8.3.3

*A Demanda Futura de Transportes nos Sistemas do CFM-Centro e CFM-Norte*

Com base nas matrizes projetadas para 1990, 1995, 2000 e 2010 foi realizada, através de programa de computador, a alocação de cargas na rede de transportes, considerando as oito alternativas do Estudo.

Para a alocação das cargas futuras na rede de transportes, o território de Moçambique foi dividido em 109 Zonas de Tráfego, sendo consideradas as principais ligações de transporte entre



ROTAS ALTERNATIVAS	MODOS	EXTENSÕES (km)		
		FERRO	HIDRO	TOTAL
<b>ROTA 1 - BEIRA</b>				
* ALT. 1.1 - ABCD	FERRO	939	-	939
* ALT. 1.2 - ACFDCD	HIDRO-FERRO	726	124	850
<b>ROTA 2 - MACALA</b>				
* ALT. 2.1 - AEFBGHI	HIDRO-FERRO	1128	1124	1252
* ALT. 2.2 - AEFBCJKI	HIDRO-FERRO	1233	1124	1357
* ALT. 2.3 - ADGHI	HIDRO-FERRO	1341	-	1341
* ALT. 2.4 - ABCJKI	HIDRO-FERRO	1422	-	1446
<b>ROTA 3 - RIO ZAMBEZE</b>				
ACT. 3.1 - AEFL	HIDRO-FERRO	151	624	775
* ALT. 3.2 - ADFL	HIDRO-FERRO	442	500	942

\* INCLUI O TRECHO MOATIZE-CAMBULATSISSE (58 km)

**CONVENÇÕES:**

- ⊙ CAPITAIS PROVINCIAIS
- CAPITAIS DISTRITAIS
- ESTRADA DE FERRO EXISTENTE
- ESTRADA DE FERRO A CONSTRUIR
- ~ RIOS
- LAGOS E LAGOAS
- LIMITE INTERNACIONAL
- ⚓ PORTOS PRINCIPAIS (1 e 2)

0 50 100 150 200 km

ESCALA ORIGINAL 1:2 000 000

cada par de zonas. Os distritos foram considerados zonas de tráfego e as capitais distritais os centróides, recebendo uma numeração identificadora.

A rede de "links" foi representada pelas ligações rodoviárias, ferroviárias e marítimas, incluindo três zonas de tráfego externas ou seja, o Zimbabwe, o Malawi e a relativa à exportação por via marítima para o resto do mundo.

Em vista da impossibilidade de análise dos custos das rodovias moçambicanas, a rede básica foi calibrada através do tempo de viagem, aplicando-se penalidades aos transbordos de forma a que esta refletisse os custos de transbordo e mantivesse os níveis de competitividade entre modalidades próximo da realidade, sob condições normais de tráfego.

A rede básica foi processada para as oito alternativas ferroviárias, não sendo consideradas apenas a navegação fluvial no Rio Zambeze tendo em vista que, nessa alternativa, não haveria competição entre o carvão e as demais mercadorias, uma vez que os terminais de carvão, empurradores e as barcaças utilizadas seriam diferentes e não haveria interferência e limitação de capacidade de forma relevante entre o tráfego de outras mercadorias com o tráfego de carvão no terminal de navegação.

Com base nos resultados do programa de alocação de cargas, obteve-se o carregamento futuro do sistema ferroviário. Os fluxos de 1995 na rota da Beira, alternativa 1.2 (Sul) - Via Albufeira Cahora Bassa, pode ser visualizada na Figura 1.9.4. Para o ano de 1995, pode-se observar, também, na Figura 1.9.5 a área de influência do porto da Beira, através dos fluxos de carga das zonas de tráfego que convergem para aquele porto nas várias modalidades de transporte, definindo seu "hinterland".

#### 8.4 INVESTIMENTOS DE CAPITAL NAS ALTERNATIVAS PROPOSTAS

##### 8.4.1 Situação Atual, Características Técnicas, Melhoramentos e Adequações Necessárias

###### - Trecho Cambulatsisse-Beira

Faz parte da Empresa CFM-Centro. Extensão de 517 km.

Conforme as informações obtidas nos vários relatórios analisados, independentemente da produção das minas de Mucanha/Vuzi

# MT-GEIPOT

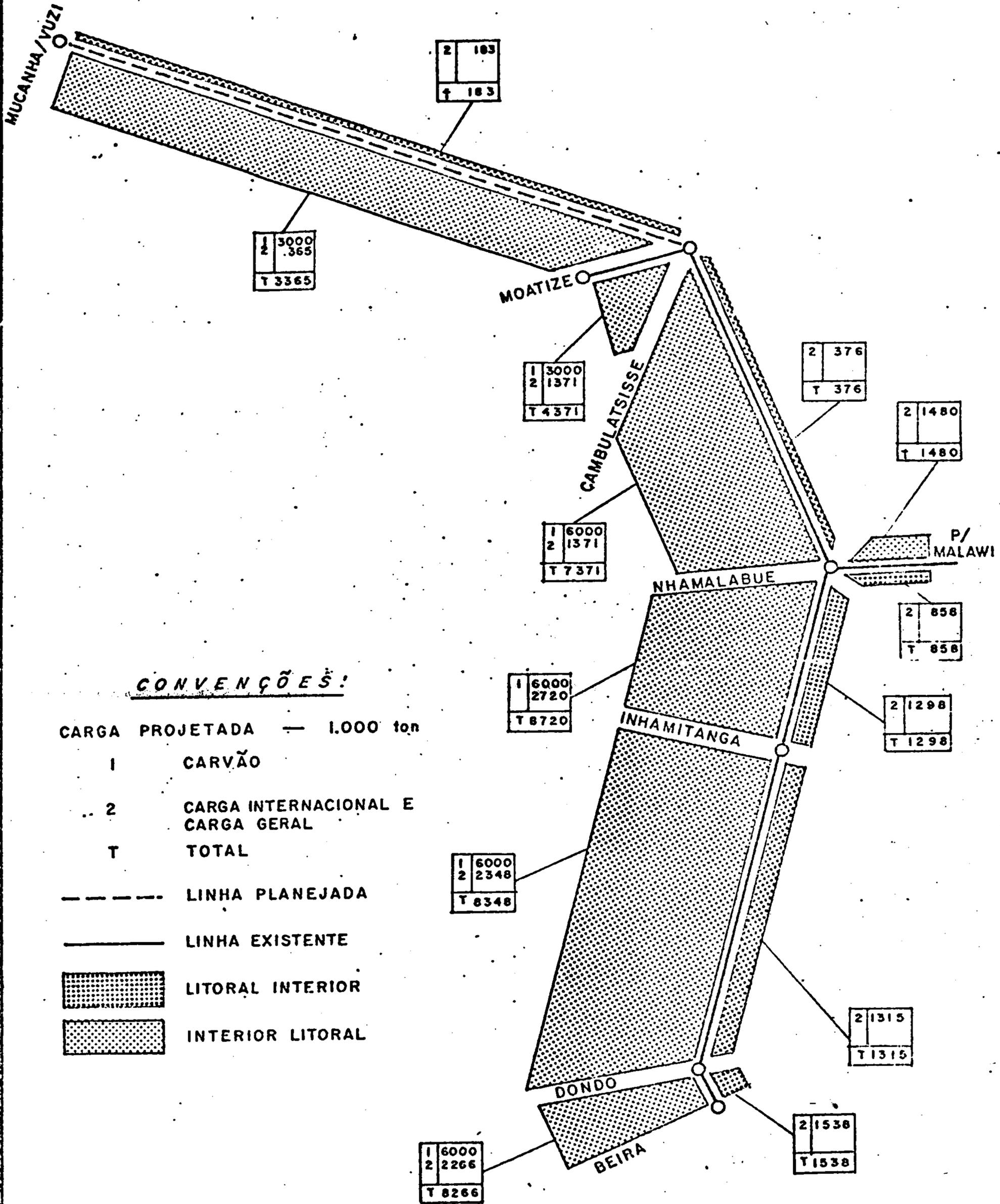


FIG. 1.9.4

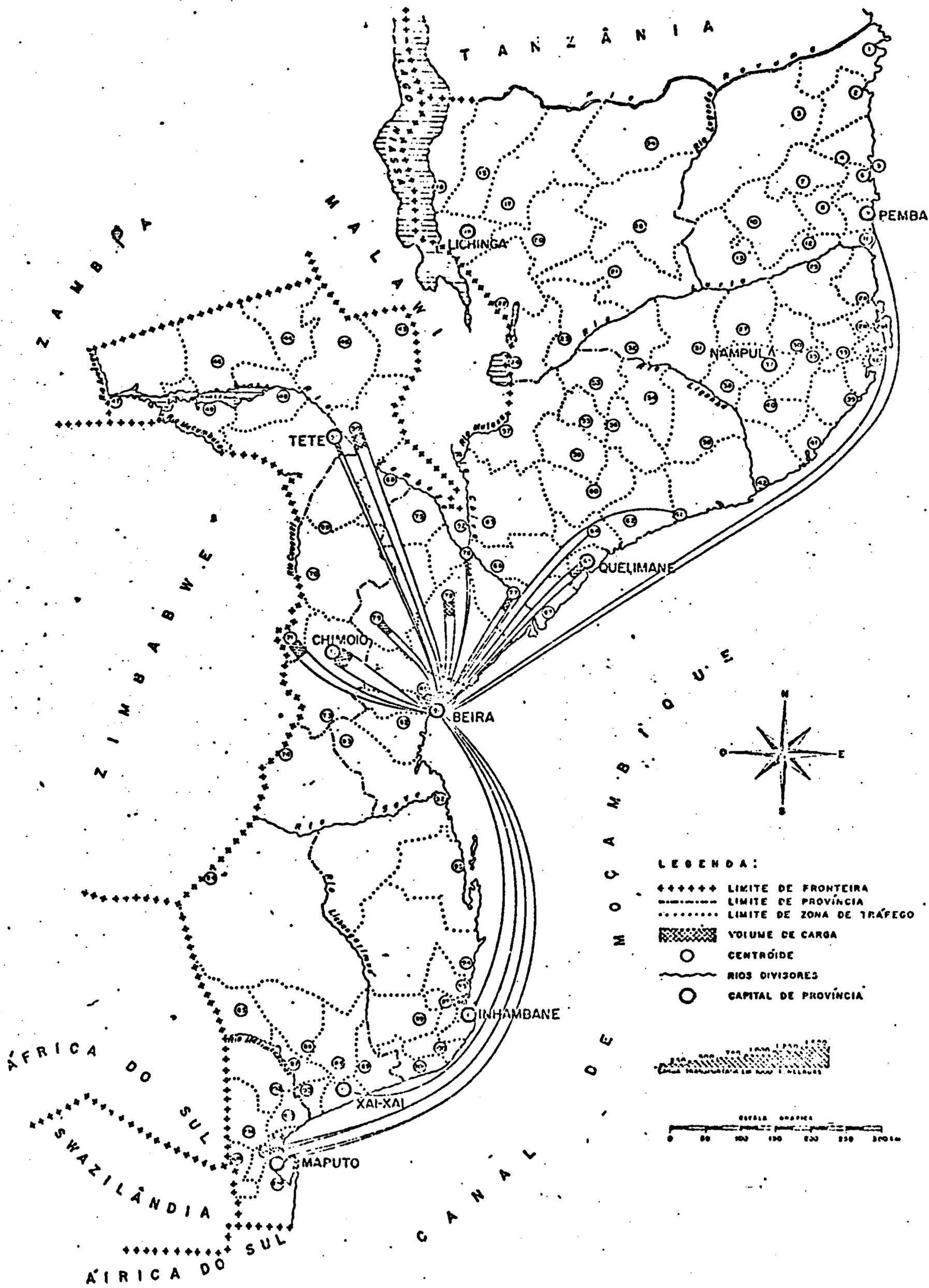


FIGURA 1.95

ESTUDO DE ALTERNATIVAS DE ESCOAMENTO DA PRODUÇÃO DE CARVÃO  
 Área de Influência do Porto de Beira-Alternativa 1.2- Ano 1995

há necessidade de ser efetuada renovação deste segmento para atender ao incremento do tráfego previsto com o aumento da produção das minas de Moatize.

Verifica-se, ainda, serem as curvas com 300 m de raio pouco frequentes, existindo duas curvas de raio de 200 m entre Beira e Dondo. Em alguns trechos observam-se rampas de 1,6% e mesmo algumas com 1,8% e 2,0%. Estes aspectos evidenciam serem aceitáveis as características do traçado, de uma forma geral. Observa-se serem poucos os segmentos em que são necessárias modificações de vulto, as quais, poderão ser programadas em etapas, objetivando otimizar a operação.

Em alguns segmentos, o problema crítico é a deficiência de drenagem da plataforma, de solução inadiável, uma vez que esta se reflete na estabilidade da linha e no comprometimento do lastro. De início, torna-se necessário a recuperação do sistema de drenagem e, a seguir uma melhoria das condições da camada superior da plataforma de terraplenagem, com a introdução de uma camada de sublastro. Somente depois de sanadas as deficiências da plataforma é que seria conveniente efetuar as renovações programadas.

Ante a adoção de comboios mais pesados torna-se fundamental uma verificação estrutural das pontes e viadutos existentes, notadamente a ponte de 3.160 m sobre o Rio Zambeze, em estrutura metálica de grande envergadura. Apesar dos 50 anos de uso, esta ponte apresenta-se em boas condições estruturais ignorando-se, porém, sua capacidade de carga.

No que tange ao lastro, há necessidade de renová-lo completamente em virtude das condições precárias em que se encontra. O lastro existente deve ser limpo e reclassificado para ser reaproveitado.

Apesar de terem sido usados muitos dormentes de madeira, de boa qualidade, há necessidade de sua substituição parcial por estarem, apodrecidos, rachados e danificados por descarrilamentos.

De modo geral, os trilhos de 30 kg/m se encontram em mau estado enquanto os de 40 kg/m podem ser considerados aceitáveis, em

bora já bastante deformados como consequência da situação precária em que se encontra a plataforma.

A Tabela 1.9.4 que se segue apresenta a situação da via

TABELA 1.9.4 - SITUAÇÃO ATUAL DO TRECHO CAMBULATSISSE-BEIRA

SEÇÃO	EXTEN SÃO (km)	TRILHO (Kg/m)	DORMENTE	FIXAÇÃO	LASTRO
Cambulatsisse-Nhamalabue	196	30		Tirafundo	Inadequado
Nhamalabue-Sena	6	30		Prego* Elástico	Inadequado
Sena-Inhamitanga	94	40		Tirafundo c/grampo de mola	Regular
	10	30		Tirafundo	Inadequado
Inhamitanga-Inhaminga	26	30	Madeira	Tirafundo	Inadequado
Inhaminga-Mazamba	19	40		Tirafundo c/ grampo de mo la	Inadequado
Mazamba-Muanza	34	30		Pandrol de placa de apoio	Inadequado
	13	40			
Muanza-Derunde	21	40		Tirafundo	Inadequado
Derunde-Dondo	70	30		Tirafundo e prego Elástico	Inadequado
Dondo-Beira**	28	40		Tirafundo	Inadequado

\* São usadas placas de apoio e retensores na ponte.

\*\* A ser duplicada.

Fez-se uma programação para melhoria das condições dessa ligação, de acordo com as etapas previstas para a demanda de transporte.

De imediato considerou-se imprescindível a recuperação da plataforma de terraplenagem com melhoria da drenagem, introdução de uma camada de sub-lastro e renovação do lastro, com aproveitamento parcial do existente após limpeza.

Em uma primeira etapa serão trocados os trilhos de 30 kg/m por trilhos de 45 kg/m, bem como os dormentes, colocando-se o lastro adequado à demanda de transporte correspondente.

Em uma segunda etapa prevê-se a troca complementar dos trilhos de 40 kg/m e o reforço de lastro com a finalidade de atender a maior demanda de transporte.

Previu-se a utilização dos trilhos de 40 kg/m nos desvios dos pátios, após seleção das barras em melhor estado. Pela leitura dos relatórios sobre a situação da via, sabe-se que grande parte dos trilhos encontra-se deformada, em virtude da precariedade da plataforma.

#### - Trecho Nacala-Entre Lagos-Utale

O trecho Nacala-Entre Lagos-Utale, com 729 km de extensão, pode ser dividido em duas seções: uma sob a jurisdição da empresa CFM - Norte (Nacala-Entre Lagos), a outra é parte da malha da Malawi Railways (Nayuci-Utale). Em uma das rotas estudadas considerou-se o aproveitamento integral deste trecho, enquanto em outra somente o segmento Nacala-Monapo.

De Nacala a Cuamba, com extensão de 538 km, o traçado apresenta-se com condições severas para operações, rampas acentuadas, que chegam a valores próximos de 2,0% e raio mínimo de 300 m.

De Cuamba a Entre Lagos, na fronteira de Moçambique com o Malawi, tem-se um segmento de 77 km, concluído em 1972, com rampa máxima de 1,0% e raio mínimo de 500m. Apresenta, portanto, características técnicas bem melhores que o segmento anterior.

A ligação seguinte, agora dentro do território do Mala<sup>u</sup>wi, de Nayuci e Nkaia, com 102 km, apresenta rampas de até 0,9% e curvas com raio mínimo de até 224m. Foi concluída em 1970 e a linha se encontra em bom estado. Em Nkaia é feita a junção com o tronco principal da Malawi Railways, do qual se aproveita o segmento até Utale com 11 km. A linha encontra-se em condições regulares, porém deve ser renovada.

Na Malawi Railways a linha tem trilhos de 40 kg/m assen<sup>te</sup> em dormentes metálicos e de concreto com fixação pandrol. No CFM-Norte, o trilho é de 30 kg/m fixado aos dormentes de madeira com tirafundos.

Há necessidade de melhoria do traçado de Nacala a Cuamba e recuperação da drenagem da plataforma ao longo de toda a linha da CFM-Norte.

A linha deve ser renovada entre Utale e Nkaia e de Entre Lagos a Nacala. Em uma primeira etapa deve ser substituído o trilho de 30 kg/m pelo de 45 kg/m entre Nacala e Entre Lagos e entre Nkaia e Utale. Em uma segunda etapa deve-se trocar o trilho de 40 kg/m pelo de 45 kg/m entre Nkaia e Entre Lagos. Os trilhos retirados da linha principal podem ser aproveitados em desvios de pátios. Na Tabe<sup>la</sup> 1.9.5, que se segue, é apresentada a situação atual da via:

TABELA 1.9.5 - SITUAÇÃO ATUAL DO TRECHO NACALA-ENTRE LAGOS-UTALE

SEÇÃO	EXTENSÃO (km)	TRILHOS (kg/m)	DORMENTES	FIXAÇÃO	LASTRO
Nacala-Monapo	67	30	madeira	Tirafundo	Inadequado
Monapo-Nampula	125	30	madeira	Tirafundo	Inadequado
Nampula-Cuamba	346	30	madeira	Tirafundo	Inadequado
Cuamba-Entre Lagos	77	30	madeira	Tirafundo	Inadequado
Entre Lagos-Nkaia	102	40	betão	Pandrol	Bom
Nkaia-Utale	11	30	metálico e betão	Pandrol	Regular

## - Trecho Cambulatsisse-Moatize

Trata-se de um segmento de acesso às minas de Moatize e que poderá também fazer parte de alternativa de ligação às minas de Mucanha/Vuzi, como é composto adiante. Tem extensão de 58 km.

O traçado apresenta um conjunto de rampas acentuadas no sentido Moatize-Cambulatsisse. O segmento crítico, que limita as condições de tração, situa-se entre Moatize e Cateme, no qual a resistência de uma curva de 300 m de raio se soma a resistência de uma rampa de 1,6%.

Devem ser melhoradas as condições da plataforma com a introdução de uma camada de sub-lastro e de estrutura de drenagem.

Os trilhos de 30 kg/m devem ser substituídos por trilhos de 45 kg/m, com barras soldadas, bem como trocados os dormentes. O lastro deverá ser renovado com o aproveitamento do existente, depois de limpo.

### 8.4.2 *Estudo da Interligação das Linhas Existentes*

#### • Aspectos Gerais - Características Técnicas

Nos estudos realizados para exportação do carvão de Moatize através do porto de Nacala foram consideradas duas possíveis interligações das linhas existentes. Uma primeira através do Malawi, interligando Cambulatsisse, no CFM-Centro, com Utale, na linha tronco da Malawi Railway, através de cuja malha atinge-se Entre Lagos no CFM-Norte e, conseqüentemente, Nacala. Uma segunda interligação foi proposta através da Zambézia, partindo de Nhamalabue, no CFM-Centro, e chegando em Monapo, no CFM-Norte, atingindo-se, conseqüentemente, Nacala.

A declividade máxima adotada nos estudos das duas ligações foi de 1,25%. O raio mínimo foi de 300 m, no caso da alternativa Cambulatsisse-Utale, e de 600 m, no caso da interligação Nhamalabue-Monapo.

- Trecho Cambulatsisse - Utale

A ligação ferroviária permite a ligação entre Cambulatsisse, em Moçambique, e Utale, no Malawi. Resultaria, assim, em um acesso mais direto ao porto de Nacala para escoamento dos produtos do vale do Zambeze, em particular do carvão.

A extensão total dessa nova ligação é de 187,3 km.

Apesar de atravessar uma região mais acidentada que aquela onde se desenvolve o traçado Nhamalabue-Monapo, os consultores apresentaram quantitativos bem inferiores para esta alternativa. Na impossibilidade de verificação mais pormenorizada, foram adotados os quantitativos apresentados nesse estudo, embora alertados para sua possível distorção.

- Trecho Nhamalabue - Manapo (Via Zambézia)

Trata-se da alternativa apresentada em 1981 por The Handerson Busby Partnership em seu estudo para escoamento do carvão de Moatize, com uma extensão de 761 km, com aproveitamento de 25 km de linha existente.

O traçado se desenvolve inicialmente em terreno baixo, sujeito às inundações dos rios Zambeze e Chire, ao longo da ilha de Inhangoma, onde é previsto um aterro bastante longo e alto, além de 6 pontes de 100 m de extensão. Após cruzar o Rio Chire, onde o terreno torna-se acidentado, suavizando-se a seguir, alcança a linha ferroviária que liga Quelimane a Mocuba (CFM-Zambezia) nas proximidades do Rio Muelaiva. Prevê-se o aproveitamento de 25 km desse caminho de ferro, com renovação da linha existente. Atinge-se, assim, o lugar denominado Muconha, a partir de onde o traçado se desenvolve para leste, em região favorável até atingir Monapo, lugar em que se articula com a ferrovia do CFM-Norte, rumo a Nacala.

8.4.3 *Estudo da Ligação às Minas de Mucanha/Vuzi*

• Aspectos Gerais

Ao considerar a posição geográfica da ferrovia do CFM-Centro e das futuras minas de Mucanha/Vuzi, junto à margem norte da

Albufeira de Cahora Bassa, foram idealizadas duas possíveis alternativas de ligação: uma contorna o Rio Zambeze pelo norte e, a outra, atravessa a Albufeira e contorna o Rio Zambeze pelo sul. A do norte é exclusivamente ferroviária, enquanto a do sul apresenta um segmento inicial de navegação lacustre para travessia da Albufeira de Cahora Bassa, mediante a ligação de um porto lacustre próximo ao Rio Bohozi, na margem norte da Albufeira com outro porto em Nhanca pirire, na margem sul da mesma para, a seguir, interligar-se com a atual linha do CFM-Centro em Moatize.

Ao final de qualquer uma das alternativas ferroviárias é previsto um terminal de carregamento.

#### • Características Técnicas

O estudo do traçado foi desenvolvido com a adoção de curvas circulares de raio mínimo de 300 m, dotadas de espiral de transição, segundo as características técnicas do projeto desenvolvido pelo DNPCF para a ligação Cambulatsisse a Mucanha/Vuzi.

A rampa máxima, em ambos os sentidos, foi de 1,25% considerando-se a compensação nas curvas.

O perfil transversal tipo foi definido de acordo com o Regulamento do Serviço de Vias e Obras (Portaria nº 5/75) para dormentes de madeira.

Foi considerado, ainda, a utilização de trilhos soldados tendo em vista a magnitude de demanda do tráfego previsto em dois patamares: um primeiro de  $6 \times 10^6$  t/ano de carvão e um segundo de  $10 \times 10^6$  t/ano de carvão e demais cargas.

#### - Ligação Cambulatsisse-Mucanha/Vuzi (Norte)

O projeto desenvolvido tem a extensão de 364 km e obedece as diretrizes indicadas a seguir:

A partir de Cambulatsisse, o traçado prossegue na direção noroeste da linha existente. O segmento inicial passa, ao longo de 155 km, por terreno de topografia suave. São transpostos por

pontes os rios Condezi (120 m), Revuboê (160 m), Nhambia (120 m), Mavuzi (120 m) e Lumazi (120 m).

Ao final do segmento anterior, o traçado inflete nitidamente para oeste, na direção geral das minas de Mucanha/Vuzi e, após cruzar a EN221, passa a se desenvolver em terreno bem mais acidentado, forçando maior sinuosidade na geometria. São atravessados os rios Cherize (200 m), Luia (440 m) e Capoche (440 m).

Após os vales desses três rios, o terreno volta a se tornar mais suave até pouco além da localidade de Chipera.

Ao aproximar-se da Albufeira de Cahora Bassa, o terreno torna-se bastante acidentado, o que acarreta um traçado bem mais sinuoso, com maior volume de escavação.

São atravessados os rios Mefidze (120 m), Muambazana (200 m), Capuadzi (120 m), Muanga (120 m), Sisa (240 m), Sangere (200 m), Messamba (200 m), Luangua (200 m), Muansi (200 m) e Mucanha (600 m).

No estudo desta alternativa contou-se com o projeto elaborado pelo DNPCF em escala 1:2.500, ao longo de 225 km. O prolongamento até à mina foi estudado em folhas cartográficas na escala 1:50.000.

Ao final da ligação foi previsto um terminal ferroviário próximo ao Rio Bohozi para carretamento das composições, por intermédio de correias transportadoras a partir das pilhas de carvão lavado.

#### - Ligação Moatize-Nhancapirire (Sul)

A partir de Moatize, o traçado numa extensão de 151 km acompanha inicialmente a EN103, após cruzá-la, atravessa o Rio Revuboê, contorna o aeroporto de Tete e ruma para oeste para atravessar o Rio Zambeze ao sul de Boroma. A topografia do terreno entre Moatize e o Rio Zambeze é bastante favorável ao traçado.

O Rio Zambeze constitui-se em grande obstáculo a ser vencido com obra de vulto.

Após a travessia do Rio Zambeze, o terreno torna-se aci-  
dentado ao longo de 15 km, quando atinge terreno bastante suave até  
às margens do rio Nhancapirire.

São atravessados os rios Tchirodri, Tsacoco, Quequequê  
e Nhancapirire.

Na margem esquerda do Nhancapirire está previsto um ter-  
minal ferroviário interligado ao terminal de carvão da Albufeira de  
Cahora Bassa.

O traçado cruza as linhas de transmissão provenientes da  
usina de Cahora Bassa e a rodovia para Songo, fatos que deverão ser  
levados em conta no detalhamento do projeto.

#### - Critérios de Projeto e de Construção

##### • Pontes e Viadutos

Para as obras de arte especiais, considerou-se a orien-  
tação do Regulamento de Solicitações em Edifícios e Pontes, de  
1961, no qual é estabelecido o Comboio-Tipo.

No presente estudo, as obras-de-arte especiais foram clas-  
sificadas em três grupos segundo a extensão de cada obra. Assim sen-  
do resultam obras de pequeno, médio e grande porte.

Na dependência das imposições técnicas, pode-se utili-  
zar desde vãos modulados com vigas pré-moldadas, até grandes vãos  
executados com a técnica de balanços sucessivos.

Para o comboio-tipo adotado, no caso de vigas pré-molda-  
das, pode-se vencer vãos da ordem de 40 metros e, se utilizados ba-  
lanços sucessivos, é provável vencer vãos da ordem de 80 metros.

Caso seja escolhida a opção em estrutura metálica, é pos-  
sível vencer vãos de maiores proporções.

#### 8.4.4 Superestrutura Ferroviária

##### - Sub-laastro

Trata-se de camada de material granular inserida entre o lastro e a superfície da plataforma com a finalidade de evitar que as pedras do lastro penetrem no solo, além de proporcionar isolamento da umidade, o que favorece um melhor suporte e resulta em diminuição da espessura do lastro. Tem-se um volume de cerca de 1210 m<sup>3</sup>/km.

No caso de renovação de linha em tráfego, concebeu-se a renovação dos elementos da linha e colocação da camada de sub-laastro compactada, seguindo-se a colocação de uma primeira camada de lastro e assentamento do greide.

Nas linhas novas, a camada de sub-laastro é lançada longo em seguida à conclusão dos serviços de terraplenagem.

##### - Laastro

A espessura do lastro de 0,20 m foi tomada na vertical sob os trilhos para um limite de  $6 \times 10^6$  toneladas anuais, com largura de 0,35 m de ombro para contenção lateral da linha soldada.

Com o incremento do transporte para até  $10 \times 10^6$  toneladas anuais, supôs-se a necessidade de 0,25 m de espessura de lastro e uma largura de ombro de 0,40 m.

As espessuras do lastro consideradas pressupõem uma camada de sub-laastro de boa qualidade.

Considerada a seção de lastro prevista no perfil tipo, ter-se-á um volume compactado de 1.067 m<sup>3</sup>/km para a 1ª fase (até  $6 \times 10^6$  t) construtiva. Como as ligações de acesso às minas de Muçanha/Vuzi ficarão limitadas a tal volume de transporte, esta será a taxa de lastro a ser adotada.

No caso de linhas a serem renovadas ou remodeladas, considerou-se na 1ª fase construtiva, um aproveitamento de cerca de 50% do lastro existente e na sua complementação lastros novos para atingir a taxa especificada.

Para a interligação das linhas existentes, será adotada a média de 1.067 m<sup>3</sup>/km na 1ª fase:

Para a segunda fase construtiva, isto é, para transporte de 6 a 10 x 10<sup>6</sup> toneladas, haverá necessidades de um acréscimo na seção do lastro, correspondente a 255 m<sup>3</sup>/km.

#### - Dormentes

Para o transporte de até 6 x 10<sup>6</sup> t/ano tomou-se uma média de 1.600 dormentes/km (espaçamento de 0,625 m entre dormentes) e passou-se para 1.754 dormentes/km (espaçamento de 0,57 m entre dormentes) para a 2ª fase de 10 x 10<sup>6</sup> t/ano, a fim de atender ao aumento de solicitação. Com esta providência ter-se-á um menor investimento inicial na renovação das linhas existentes.

Como as novas ligações de acesso às minas de Mucanha/Vuzi terão no máximo 6 x 10<sup>6</sup> toneladas, será conservada a média inicial de 1.600 dormentes/km mesmo na 2ª fase.

#### - Trilhos

Considerou-se o trilho sendo solicitado por uma carga máxima de 20 t por eixo. Consideradas as solicitações na via ocasionadas pelo volume de transporte, verificou-se que o trilho indicado é o de 45 kg/m.

Tendo em vista a evolução dos volumes de cargas com o tempo, verifica-se que os trilhos de 40 kg/m, existentes em segmentos das linhas em tráfego, poderão ser aproveitados até ao patamar de 6 x 10<sup>6</sup> toneladas, o que permitirá fracionar os investimentos.

Programou-se a substituição dos trilhos de 30 kg/m pelos de 45 kg/m tendo em vista as solicitações previstas, bem como o estado precário em que se encontram.

Já para as linhas novas considerou-se a utilização imediata dos trilhos de 45 kg/m.

- Lançamento da Linha

Considerou-se o fornecimento dos trilhos em barras de 12 m.

Se os CFM dispusessem de um estaleiro de solda na Beira, seria possível conceber-se a execução prévia de barras soldadas antes de seu assentamento na via, economizando-se com isto, apreciável quantidade de eclissas.

Contando-se, porém, com unidades de solda elétrica móveis, como parece prevalecer nos CFM, ou mesmo aluminotérmica, o assentamento poderá ser feito por grades de 12 m, já montadas em estaleiro, ligadas entre si na via por conjunto de eclissas, de início. A seguir será realizada a solda, com retirada da eclissas.

O lastro deverá ser lançado em duas camadas.

- Sistema de Telecomunicações

Para as diversas alternativas estudadas para o escoamento da produção de carvão de Moatize e de Mucanha/Vuzi são apresentadas duas concepções de Sistema de Comunicações. A principal diferença entre os sistemas alternativos recai sobre o subsistema de transmissão. Somente após maior aprofundamento dos estudos, com dados mais consistentes é que será possível avaliar-se o sistema mais conveniente para o caso.

O sistema de comunicações proposto para cada alternativa prevê os seguintes subsistemas:

- Subsistema de Telefonia Administrativa.
- Subsistema de Telefonia Operacional.
- Subsistema de Radiotelefonia (Terra-Trem).
- Subsistema de Licenciamento.
- Subsistema de Telegrafia.
- Subsistema de Transmissão com as alternativas onde se utilize linhas físicas ou via rádio.

Qualquer dos trechos a ser construído, dependendo da alternativa a ser adotada, deverá fazer parte integrante da malha para exportação do carvão proveniente das minas de Mucanha/Vuzi e Moatize e como tal, deverão ter, juntamente com os segmentos existentes, um sistema padronizado de licenciamento e controle do movimento de trens.

Levando-se em conta o movimento previsto para os próximos horizontes, o número de pátios de cruzamento a serem construídos e as condições locais dos territórios cruzados pela ferrovia, sugere-se para licenciamento e controle do movimento, a instalação de um sistema de bastão ("staff"), bastante eficiente para uma linha singela de baixa densidade de tráfego.

As projeções feitas mostram que, até 1995, os segmentos mais sobrecarregados estarão com cerca de 20 trens por dia, nos dois sentidos, e que daquele patamar até 2010 chega-se a 32 trens. Como consequência, o uso de um sistema "staff" ou semelhante ("token") pode ser recomendado.

Ainda com o objetivo de simplificar e tornar mais econômico a operação do sistema, deve-se usar a ligação via rádio (VHF) para transmissão dos códigos entre os aparelhos de licenciamento, em vez da comunicação via circuitos físicos. Estes, além de seu custo e manutenção mais elevados, estão sujeitos às condições do tempo, aos atos de vandalismo e a acidentes. A comunicação entre os centros de controle e os maquinistas, via rádio, que deverá ser adotada, contribuirá para um melhor controle do movimento.

Para o trecho Beira-Dondo, cuja linha será duplicada em uma extensão de 17 km, onde está previsto maior movimento, deverá ser instalado um sistema de controle elétrico, centralizado, com Posto de Comando na Beira. Este deverá ter circuitos de via em toda extensão, equipamento de chave elétrica e sinais do tipo "color light" e eventualmente, um sistema de segurança da circulação (ATS, ATC, ETC).

É bom lembrar que, em qualquer dos segmentos existentes ou naqueles a serem construídos, o sistema proposto pode ser alterado e melhorado, com a inclusão de equipamentos elétricos para coman

do das chaves, comandos centralizados, circuitos de via e sinais elétricos, tudo em função de um eventual aumento do fluxo de trens.

#### 8.5 Pátio Modular de Carregamento de Carvão

##### - Aspectos Gerais

O projeto conceitual do "pátio modular de carregamento de carvão" em Moçambique visa a atender à carga de trens, para cumprimento de programas crescentes de transporte, com patamares de 1, 3, 6 e 9 milhões de toneladas de carvão por ano.

##### - Demanda de Projeto da Estocagem

O pátio terá capacidade para um estoque de segurança correspondente a 15 dias de produção.

##### - Dimensionamento das Pilhas de Carvão

Para o patamar de  $1 \times 10^6$  t/ano, supôs-se o carregamento dos vagões por pã carregadeira e seu "layout" está no desenho representado pela 1ª etapa (A) (Figura 1.9.6)

Para evitar um ciclo muito longo das pás, limitou-se a largura da base em 21 m e a altura em 4 m, obtendo-se 3 pilhas de 240 m de comprimento cada, separadas por espaços de 10 m para evitar a propagação de eventuais incêndios.

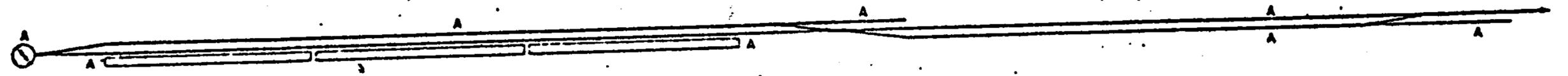
Para este patamar prevê-se um trem de tração simples, com um módulo de 23 vagões, carregando paralelamente às pilhas, cujo comprimento equivaleria à de dois trens de tração simples. Ter-se-ia uma distância média de transporte da ordem de 15 m pelas pás, calculando-se um ciclo completo (carga/transporte/descarga/retorno) em 80 seg, computando-se o deslocamento de vagão a vagão, mas com o decréscimo da produção ao longo do dia, ter-se-ia uma média de cerca de 120 seg. Uma pã carregadeira média de 8 yd<sup>3</sup> produziria, pois, 165 t/h. Para um dia de carga de 12 h e um fluxo de 2,3 trens/dia, 2 pás seriam suficientes e, em caso de manutenção difícil, 3 dariam uma margem de segurança mais do que suficiente.

Usando metodologia análoga para o patamar de  $3 \times 10^6$  t/ano e um trem de tração dupla, com 46 vagões e uma vazão de carregamento de 9.375 t/d, se projeta uma 2ª linha de carregamento, paralela à 1ª denominada no desenho de 2ª etapa (B), formando entre ambos 6 pilhas a serem trabalhadas por pás carregadeiras de 8 yd<sup>3</sup>. Aumentando o tempo diário de carregamento para 16 h seriam necessárias 4 pás e, com maior reserva de segurança, 5 pás. As pilhas continuariam com 240 m de comprimento cada, a largura passaria de 21 para 26 m e a altura de 4 para 5 m.

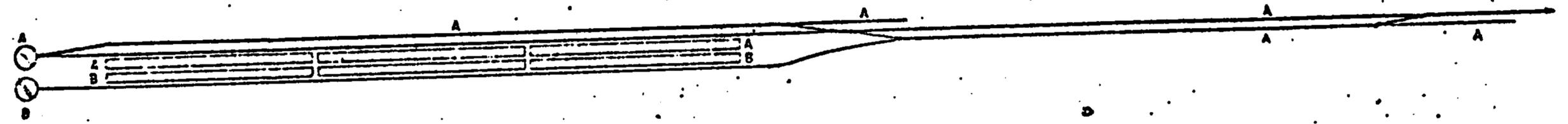
Para os patamares de  $6 \times 10^6$  t/ano, muda-se a tecnologia de movimentação do carvão, construindo-se uma pera ferroviária e passando-se a carregar com um recuperador nos dois desvios de carregamento, e alterando as dimensões de largura e altura das pilhas, que poderiam chegar no final a 40 m de base e 12 m de altura. No desenho está representada esta evolução, em sua fase final, pela 3ª etapa (C).

A tabela 1.9.6 mostra os custos dos investimentos agregados ferroviários incluindo novos trechos de ferrovia a serem construídos, renovação e melhoramento das linhas existentes, sinalização, telecomunicações e terminais ferroviários seja em Bohozi ou Nhancapirire. A seção ferroviária Moatize - Cambulatsisse foi incluída em todas as alternativas exceto no caso de alternativa 3.1 - Rio Zambeze - Acesso Sul.

1ª ETAPA (1<sup>st</sup> STAGE)



2ª ETAPA (2<sup>nd</sup> STAGE)



3ª ETAPA (3<sup>rd</sup> STAGE)

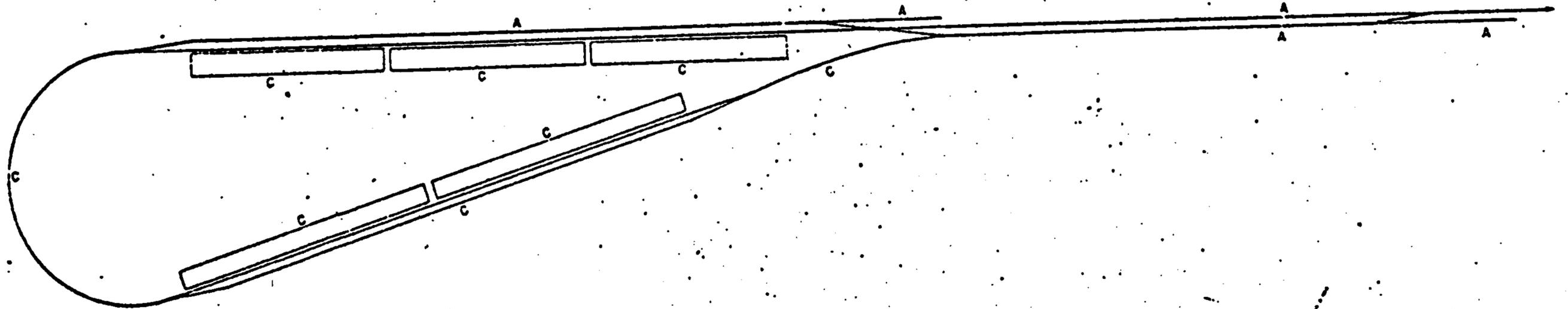


FIG. 1.9 5

ESTUDO DE ALTERNATIVAS DE ESCOAMENTO DA PRODUÇÃO DE CARVÃO DE MUCANHA / VUZI "STUDY OF OUTFLOW ALTERNATIVES"

Pátio modular de carregamento de carvão — Coal loading modular yard

TABELA 1.9.6 - INVESTIMENTOS AGREGADOS FERROVIÁRIOS  
PARA AS ALTERNATIVAS PROPOSTAS

ROTA	PRODUÇÃO DE CARVÃO MUCANHA/VUZI		1 x 10 <sup>6</sup> t		3 x 10 <sup>6</sup> t		6 x 10 <sup>6</sup> t	
	MOATIZE		2 x 10 <sup>6</sup> t		3 x 10 <sup>6</sup> t		4 x 10 <sup>6</sup> t	
	TOTAL		2 x 10 <sup>6</sup> t		3 x 10 <sup>6</sup> t		6 x 10 <sup>6</sup> t	
a) ROTA 1 - BEIRA								
. ALT. 1.1 - NORTE	129.271		433.794		434.687		457.177	
. ALT. 1.2 - SUL	129.271		265.996		267.498		292.253	
b) ROTA 2 - NACALA								
. ALT.2.1 - SUL/MA- LAWI	254.686		391.411		392.913		417.401	
. ALT.2.2 - SUL/ZAM- BÉZIA	629.418		766.316		767.818		1.411.361	
. ALT.2.3 - NORTE/ MALAWI	254.686		559.211		560.104		587.327	
. ALT.2.4 - NORTE/ ZAMBÉZIA	358.386		662.910		663.803		671.943	
c) ROTA 3 - RIO ZAMBÉZE/ CHINDE								
. ALT.3.1 - ACESSO SUL	20.169		136.131		137.633		141.213	
. ALT.3.2 - ACESSO NORTE	36.540		341.063		341.956		343.745	

### 8.6 : Estudo da Operação Ferroviária

#### - Aspectos Gerais

Os estudos da operação ferroviária têm por objetivo definir as suas características, quantitativos e custos de operação e manutenção nas várias alternativas propostas para escoamento dos diferentes níveis previstos da produção de carvão das minas de Muçanha/Vuzi e Moatize, complementado pelas demandas futuras de transporte ferroviário para os demais produtos.

Os estudos são conduzidos nos vários segmentos, atualmente em tráfego sob jurisdição do CFM-Norte e CFM-Centro dos Cami-

nhos de Ferro de Moçambique, bem como nos novos trechos propostos para interligação dos segmentos existentes e destes com as minas de Mucanha/Vuzi assegurando sua conexão com os portos de Beira ou Nacala ou, ainda, com o terminal fluvial do Rio Zambeze no caso da alternativa de escoamento do carvão por via fluvial até Chinde.

A utilização das informações obtidas nos estudos de operação ferroviária, exigiu um esforço adicional de atualização, através do qual procurou-se elevar os níveis de homogeneidade de tratamento e apresentação, visando reduzir as possíveis distorções na comparação e seleção de alternativas.

Foram ainda formuladas hipóteses sobre a operação ferroviária e introduzidas algumas simplificações compatíveis com o nível exigido em estudos de pré-viabilidade. Por outro lado, em vista da disponibilidade de informações suficientemente consistentes e detalhadas, foi possível desenvolver alguns cálculos de maior sofisticação do que o normalmente exigido em estudos de pré-viabilidade, como é o caso das simulações de marcha de trens para apuração dos tempos de percurso nas várias alternativas.

As análises abrangeram as oito alternativas de escoamento para os portos oceânicos de Beira ou Nacala e, ainda, para o porto fluvial de Tete, no Rio Zambeze, compreendendo os vários patamares da produção proposta para Mucanha/Vuzi e Moatize.

#### - Análise da Demanda de Transporte

Com base na captação de carga prevista no Estudo da Demanda de Transporte, analisou-se o carregamento da malha ferroviária, considerando os fluxos de carvão e de carga geral, separadamente, por alternativa e patamar de produção.

Em função desses fluxos, foram calculadas as respectivas toneladas brutas (Tabela 1.9.7) rebocadas e as correspondentes toneladas x Km úteis e toneladas x Km brutas.

TABELA 1.9.7 - DENSIDADE BRUTA DE TRÁFEGO  
- CARVÃO -

$(\frac{t \times km}{km} \times 10^3)$

DISCRI- MINAÇÃO	1986			1988			1990			1995			2000			2010		
	CARVÃO	CARGA GERAL	CAR VÃO %	CARVÃO	CARGA GERAL	CAR VÃO %	CARVÃO	CARGA GERAL	CAR VÃO %									
1.1	1.559,7	2.385,2	40	2.164,9	2.597,7	45	3.374,2	2.389,8	58	7.256,7	2.947,2	71	12.603,0	3.605,1	78	12.603,0	5.386,2	70
1.2	1.559,7	2.385,2	40	2.633,2	2.597,7	50	4.031,1	2.907,4	58	8.386,2	3.588,7	70	14.302,2	4.391,5	77	14.302,2	6.804,1	68
2.1	1.560,1	776,0	67	2.806,6	889,0	76	4.262,4	1.084,0	80	8.733,5	1.482,2	85	14.764,7	2.072,1	88	14.764,7	4.268,4	78
2.2	1.560,1	552,4	74	2.833,3	600,4	83	4.298,0	791,8	84	8.786,9	973,4	90	14.835,8	1.199,3	93	14.835,8	1.832,9	89
2.3	1.560,1	768,5	67	2.451,2	880,8	74	3.765,7	1.015,0	79	7.887,4	1.367,5	85	13.501,4	1.890,0	88	13.501,4	3.807,9	78
2.4	1.560,1	552,4	74	2.499,7	600,4	81	3.832,1	767,3	83	7.994,3	952,0	89	13.653,8	1.159,0	92	13.653,8	1.764,7	89
3.1	1.560,0	-	100	986,1	-	100	1.766,9	665,6	75	4.679,5	809,9	85	8.947,0	985,5	90	8.947,0	1.458,8	86
3.2	1.560,0	-	100	886,0	-	100	1.700,9	666,2	72	4.891,9	810,3	86	9.642,1	985,6	91	9.642,1	1.459,1	87

### - Premissas Operacionais

A partir das hipóteses sobre a operação ferroviária, e do exame de informações adicionais colhidas junto aos Caminhos de Ferro de Moçambique, foi estabelecido um conjunto de premissas operacionais para efeito de orientar a elaboração do projeto preliminar de novos traçados, a definição de melhoramentos nos trechos existentes e a concepção da operação ao longo de cada rota alternativa, objetivando avaliar os custos operacionais.

### - Rotação de Vagões e Locomotivas

De acordo com o prescrito nas premissas operacionais, observa-se que, na operação de transporte ferroviário de carvão, admitiu-se a hipótese de que o tráfego se desenvolveria com regularidade durante todo o ano e os trens, tanto carregados como vazios, circularão a velocidade moderada.

Apesar de que o nível de pré-viabilidade, fixado para os estudos de escoamento de carvão, não exige o exercício de simulações detalhadas para levantamento dos tempos de percurso e das velocidades dos comboios, foi possível utilizar simulações de marcha dos trens, ao longo de cada alternativa, com o objetivo de determinar esses tempos e velocidades.

Os tempos de percurso e rotação de locomotivas em cada alternativa são apresentados na Tabela 1.9.8.

### - Trens Selecionados para o Transporte de Carvão

Na seleção dos comboios para o transporte de carvão, foram utilizadas simulações de marcha de trens, através das quais foram analisadas as seções críticas de tração e dimensionadas as lotações brutas das composições, nos percursos de ida e volta.

Os trens selecionados serão todos homogêneos, tendo o mesmo tipo de vagão e mesma carga (carvão), não sendo previstos trens mistos, com cargas diferentes ou com vagões carregados e vazios. Os trens serão unitários diretos, saindo completos da origem e prosseguindo com a mesma formação até ao destino, retornando com

TABELA 1.9.8 - TEMPOS DE PERCURSO E ROTAÇÃO DE LOCOMOTIVAS E VAGÕES (HORAS)

ALTERNATIVAS	I D A				V O L T A				ROTAÇÃO	
	TEMPO DE PERCURSO		TEMPO DE VIAGEM		TEMPO DO PERCURSO		TEMPO DE VIAGEM		MUCANHA/ VUZI	MOATIZE
	MUCANHA/ VUZI	MOATIZE	MUCANHA/ VUZI	MOATIZE	MUCANHA/ VUZI	MOATIZE	MUCANHA/ VUZI	MOATIZE		
ALT. 1.1 - NORTE	20,5	12,8	26,5	18,8	16,5	10,6	26,5	18,8	65,0	49,6
ALT. 1.2 - SUL	16,1	12,8	22,1	18,8	13,6	10,6	22,1	18,8	56,2	49,6
ALT. 2.1 - SUL/MALAWI	30,1	26,8	44,1	40,8	27,4	24,4	44,1	40,8	100,2	93,6
ALT. 2.2 - SUL/ZAMBEZIA	28,0	24,7	34,0	30,7	25,4	22,4	34,0	30,7	80,0	73,4
ALT. 2.3 - NORTE/MALAWI	34,5	26,8	48,5	40,8	30,3	24,4	48,5	40,8	109,0	93,6
ALT. 2.4 - NORTE/ZAMBEZIA	32,4	24,7	38,4	30,7	28,3	23,5	38,4	30,7	88,8	73,4
ALT. 3.1 - SUL/ZAMBEZE	3,0	0,3	3,5	0,3	2,7	0,3	3,5	0,3	19,0	12,6
ALT. 3.2 - NORTE/ZAMBEZE	11,0	0,3	12,5	0,3	8,4	0,3	12,5	0,3	37,0	12,6

vagões vazios na mesma formação de ida.

O atendimento dos níveis previstos da demanda, foi concebido mediante a operação de trens de tração simples, dupla e tripla, a serem introduzidas progressivamente, na medida em que o número total de trens de carvão e demais fluxos, se aproximem dos limites da capacidade da via. Os trens de tração múltipla serão compostos por trens-módulos.

Os trens necessários para execução do transporte de carvão em cada alternativa e conforme o patamar, acham-se ilustrados na Tabela 1.9.9.

#### - Capacidade de Transporte

Com o objetivo de definir os investimentos em linhas existentes que compõem cada alternativa, necessários à sua adequação ao transporte dos fluxos previstos, procedeu-se à análise da capacidade de via em confronto com a demanda, nos diversos patamares do estudo, para o tráfego de carvão e outras mercadorias.

#### - Balanço Demanda/Capacidade

A seguir, procedeu-se ao balanço entre as capacidades e as demandas previstas nos patamares do estudo, comparando-se o número de trens de carga, possíveis de circular na seção crítica, em tração simples e múltipla, com o número de trens de carga previstos para atender à demanda.

#### - Frotas de Material Rodante

Foram realizados diversos estudos para as rotas dos portos de Beira e Nacala, citados na referência bibliográfica, considerando o aumento de produção nas minas de Moatize e dos demais fluxos de cargas nacionais e internacionais, bem como de passageiros.

Além desse tráfego, em razão da possibilidade de exploração das minas da região de Mucanha/Vuzi, deverá ocorrer um substancial aumento da demanda de transporte que exigirá outros investimentos, além dos estudados anteriormente.

TABELA 1.9.9 - CAPACIDADE DE TRANSPORTE E TRENS/DIA NECESSÁRIOS

ALTERNATIVAS/TRECHOS	SEÇÃO CRÍTICA		CAPACIDADE DE CARGA POR SENTIDO (t/h)	TRENS NECESSÁRIOS 1988			TRENS NECESSÁRIOS 1990			TRENS NECESSÁRIOS 1995			TRENS NECESSÁRIOS 2000			TRENS NECESSÁRIOS 2010		
	SUB-TRECHOS	HELYWAY (km/h)		CARVÃO	CARGA GERAL	DISPONIBILIDADE												
ROTA 1-PORTO DE BEIRA																		
Alternativa 1.1: (Norte) Mucanha-Cambulatsisse - Beira																		
TRECHOS																		
1.1.1-Mucanha-Cambulatsisse	P.08-P.09	73,8	12,0	1,1	-	10,9	2,2	0,9	8,9	6,5	1,1	4,4	6,5*	1,3	4,2	6,5*	1,9	3,6
1.1.2-Moatize-Cateme	P.01-Cateme	65,6	13,8	3,3	2,2	8,3	4,3	2,4	7,1	6,5	2,9	4,4	8,7	3,5	1,6	8,7	5,2	0
1.1.3-Cateme-Cambulatsisse	-	68,0	13,2	3,3	2,2	7,7	4,3	2,4	6,5	6,5	2,9	3,8	8,7	3,5	1,0	8,7	5,2	0
1.1.4-Cambulatsisse-Nhamalábue	Sinjal-Chavundira	69,0	13,0	4,4	2,2	6,4	6,5	3,3	3,2	6,5*	4,0	2,5	7,2**	4,8	1,0	7,2**	3,6*	2,2
1.1.5-Nhamalábue - Inhamitanga	Nangue-Lavos	65,0	14,0	4,4	5,1	4,5	6,5	6,4	1,1	6,5*	4,0*	3,5	7,2**	4,9*	1,9	7,2**	4,9**	1,9
1.1.6-Inhamitanga - Dondo	Mazamba-Cundue	69,0	13,0	4,4	4,3	4,3	6,5	5,5	1,0	6,5*	3,4*	3,1	7,2**	4,2*	1,6	7,2**	4,3**	1,5
1.1.7-Dondo-Beira	-	73,0	30,0	4,4	4,1	21,5	6,5	5,3	18,2	6,5*	6,6	16,9	7,2**	8,0	14,8	7,2**	12,6	10,2
Alternativa 1.2: (Sul) Nhancapirire-Cambulatsisse-Beira																		
TRECHOS																		
1.2.1-Nhancapirire-Moatize	Nhancapirire-P.007	69,7	12,9	1,1	-	11,8	2,2	0,9	9,8	6,5	1,1	5,3	6,5*	1,3	5,1	6,5*	1,9	4,5
1.2.2-Moatize-Cateme	P.01-Cateme	65,6	13,8	4,4	2,2	7,2	6,5	3,3	4,0	6,5*	4,0	3,3	7,2**	4,8	1,8	7,2**	3,6*	3,0
1.2.3-Cateme-Cambulatsisse	-	68,0	13,2	4,4	2,2	6,6	6,5	3,3	3,4	6,5*	4,0	2,7	7,2**	4,8	1,2	7,2**	3,6*	2,4
1.2.4-Cambulatsisse-Nhamalábue	Sinjal-Chavundira	69,0	13,0	4,4	2,2	6,4	6,5	3,3	3,2	6,5*	4,0	2,5	7,2**	4,8	1,0	7,2**	3,6*	2,2
1.2.5-Nhamalábue - Inhamitanga	Nangue - Lavos	65,0	14,0	4,4	5,1	4,5	6,5	6,4	1,1	6,5*	4,0*	3,5	7,2**	4,9*	1,9	7,2**	4,9**	1,9
1.2.6-Inhamitanga - Dondo	Mazamba-Cundue	69,0	13,0	4,4	4,3	4,3	6,5	5,5	1,0	6,5*	3,4*	3,1	7,2**	4,2*	1,6	7,2**	4,3**	1,5
1.2.7-Dondo-Beira	-	73,0	30,0	4,4	4,1	21,5	6,5	5,3	18,2	6,5*	6,7	16,8	7,2**	8,1	14,7	7,2**	12,6	10,2
ROTA 2 - PORTO DE NACALA																		
Alternativa 2.1 - (Sul) Via Malawi e CFM-Norte																		
TRECHOS																		
2.1.1-Nhancapirire-Moatize	Nhancapirire-P.007	69,7	12,9	1,7	-	11,2	3,3	1,3	8,3	10,0	1,6	1,3	10,0*	1,9	1,0	10,0*	1,5*	1,4
2.1.2-Moatize-Cateme	P.01-Cateme	65,6	13,8	6,6	3,3	3,9	5,0*	4,9	3,9	6,6**	3,0*	4,2	11,1**	2,4**	0,3	11,1**	3,6**	0
2.1.3-Cateme-Cambulatsisse	-	68,0	13,2	6,6	3,3	3,3	5,0*	4,9	3,3	6,6**	3,0*	3,6	11,1**	2,4**	0	11,1**	3,6**	0
2.1.4-Cambulatsisse-Nkaia	Loop.7-Station 6	52,6	17,7	6,6	0,3	10,8	5,0*	0,3	12,4	6,6**	0,4	10,7	11,1**	0,7	5,9	11,1**	0,7	5,9
2.1.5-Nkaia-Entre Lagos	Kwitanda-Liwonde	90,0	9,5	6,6	3,8	-	5,0*	4,2	9,8	6,6**	5,1	7,3	11,1**	6,0	1,9	11,1**	4,5*	3,4
2.1.6-Entre Lagoas-Nampula	Ribaue-Iapala	139,0	5,5	6,6	1,0	-	5,0*	1,0	5,0	6,6**	1,2	3,2	11,1**	1,5	-	11,1**	2,4	8,5
2.1.7-Nampula-Nacala	Metocheria-Monapo	63,2	14,4	6,6	0,9	6,9	5,0*	1,0	8,4	6,6**	1,2	6,6	11,1**	1,4	1,9	11,1**	2,1	1,2
Alternativa 2.2 - (Sul) Via Zmabezia																		
TRECHOS																		
2.2.1-Nhancapirire-Moatize	Nhancapirire-P.007	69,7	12,9	1,1	-	11,8	2,2	1,1	9,6	6,5	1,3	5,1	6,5*	1,6	4,8	6,5*	2,3	4,1
2.2.2-Moatize-Cateme	P.01-Cateme	65,6	13,8	4,4	2,7	6,7	6,5	4,0	3,3	6,5*	4,9	2,4	10,8*	3,0*	0	10,8*	4,4*	0
2.2.3-Cateme-Cambulatsisse	-	68,0	13,2	4,4	2,7	6,1	6,5	4,0	2,7	6,5*	4,9	1,8	10,8*	3,0*	0	10,8*	4,4*	0
2.2.4-Cambulatsisse-Nhamalábue	Sinjal-Chavundira	69,0	13,0	4,4	2,7	5,9	6,5	4,0	2,5	6,5*	4,9	1,6	10,8*	3,0*	-	10,8*	8,8	6,4
2.2.5-Nhamalábue-Rio Muelaiva	P.038-P.039	61,2	14,9	4,4	0,5	10,0	6,5	0,5	7,9	6,5*	0,6	7,8	10,8*	0,7	3,4	10,8*	1,1	3,0
2.2.6-Rio Muelaiva-Mucanha	-	59,0	15,6	4,4	0,5	10,7	6,5	0,5	8,6	6,5*	0,7	8,4	10,8*	0,8	4,0	10,8*	1,2	3,6
2.2.7-Mucanha-Monapo	P.013-P.014	65,7	13,8	4,4	0,4	9,0	6,5	0,5	6,8	6,5*	0,6	6,7	10,8*	0,7	2,3	10,8*	1,0	2,0
2.2.8-Monapo-Nacala	Namaral-Sorra da Mesa	56,5	16,4	4,4	0,7	11,3	6,5	0,7	9,2	6,5*	0,9	9,0	10,8*	1,1	4,5	10,8*	1,6	4,0

TABELA 1.9.9 - CAPACIDADE DE TRANSPORTE E TRENS/DIA NECESSÁRIOS

Continuação

ALTERNATIVAS/TRECHOS	SEÇÃO CRÍTICA		CAPACIDADE DE CARGA POR SENTIDO	TRENS NECESSÁRIOS 1983			TRENS NECESSÁRIOS 1990			TRENS NECESSÁRIOS 1995			TRENS NECESSÁRIOS 2000			TRENS NECESSÁRIOS 2010		
	SUB-TRECHID	ITAVO-WAY (t, t, v, +5 (min))		CARVÃO	CARGA GERAL	DISPONIBILIDADE												
Alternativa 2.3- (Norte) Via Malawi e CFM																		
TRECHOS:																		
2.3.1-Mucanha-Cambulatsisse	P.08-P.09	73,8	12,0	1,7	-	10,3	3,3	1,3	7,4	5,0*	1,6	5,4	10,0*	1,0*	1,0	10,0*	1,5*	0,5
2.3.2-Moatize-Cateme	P.01-Cateme	65,6	13,8	4,9	3,3	5,6	6,6	3,6	3,6	5,0*	4,4	4,4	6,7*	5,3	1,8	6,7*	4,0*	3,1
2.3.3-Cateme-Cambulatsisse	-	68,0	13,2	4,9	3,3	5,0	6,6	3,6	3,0	5,0*	4,4	3,8	6,7*	5,3	1,2	6,7*	4,0*	2,5
2.3.4-Cambulatsisse-Nkaia	Loop.7-Station.6	52,6	17,7	6,6	0,3	10,8	5,0*	0,3	12,4	10,0*	0,4	7,3	11,1**	0,5	6,1	11,1**	0,7	5,9
2.3.5-Nkaia-Entre Lagos	Kwitanda-Liwonde	90,0	9,5	6,6	3,8	-	5,0*	4,2	9,8	10,0*	5,1	3,9	11,1**	6,0	1,9	11,1**	4,5*	2,4
2.3.6-Entre Lagos-Nampula	Ribaué-Iapala	139,0	5,5	6,6	1,0	-	5,0*	1,0	5,0	10,0*	1,2	0	11,1**	1,5	-	11,1**	2,4	8,5
2.3.7-Nampula-Nacala	Metocheria Monapo	63,2	14,5	6,6	0,9	7,0	5,0*	1,0	8,5	10,0*	1,2	3,3	11,1**	1,4	2,0	11,1**	2,1	1,3
Alternativa 2.4 (Norte) Via Zambézia																		
TRECHOS:																		
2.4.1-Mucanha-Cambulatsisse	P.08-P.09	73,8	12,0	1,1	-	10,9	2,2	1,1	8,7	6,5	1,3	4,2	6,5*	1,6	3,9	6,5*	2,3	3,2
2.4.2-Moatize-Cateme	P.01-Cateme	65,6	13,8	3,3	2,7	7,8	4,3	2,9	6,6	6,5	3,6	3,7	4,3*	4,4	5,1	4,4*	6,4	3,0
2.4.3-Cateme-Cambulatsisse	-	68,0	13,2	3,3	2,7	7,2	4,3	2,9	6,0	6,5	3,6	3,1	4,3*	4,4	4,5	4,4*	6,4	2,4
2.4.4-Cambulatsisse-Nhamalábue	Sinjal-Chavundira	69,0	13,0	4,4	2,7	5,9	6,5	4,0	2,5	6,5*	4,9	1,6	10,8*	6,0	-	10,9*	8,8	6,3
2.4.5-Nhamalábue-Rio Muelaiva	P.038-P.039	61,2	14,9	4,4	0,5	10,0	6,5	0,5	7,9	6,5*	0,6	7,8	10,8*	0,7	3,4	10,9*	1,1	2,9
2.4.6-Rio Muelaiva-Mucanha	-	59,0	15,6	4,4	0,5	10,7	6,5	0,5	8,6	6,5*	0,7	8,4	10,8*	0,8	4,0	10,9*	1,2	3,5
2.4.7-Mucanha-Monapo	P.013-P.014	65,7	13,8	4,4	0,4	9,0	6,5	0,5	6,8	6,5*	0,6	6,7	10,8*	0,7	2,3	10,9*	1,1	1,8
2.4.8-Monapo-Nacala	Namarral-Serra da Mesa	56,5	16,4	4,4	0,7	11,3	6,5	0,7	9,2	6,5*	0,9	9,0	10,8*	1,1	4,5	10,9*	1,6	3,9
● ROTA 3 - RIO ZAMBÉZIE																		
Alternativa 3.1 - (Sul) Via Albufeira Cahora Bassa																		
TRECHOS:																		
3.1.1-Nhancapirire-Tete	Nhancapirire-P.007	69,7	12,9	1,2	-	11,7	2,4	0,9	9,6	7,1	1,1	4,7	7,1*	1,3	4,5	7,1*	1,9	3,9
3.1.2-Moatize-Tete	-	38,9	24,7	3,6	-	21,1	4,7	-	20,0	7,1	-	17,6	9,6	-	15,1	9,5	-	15,2
Alternativa 3.2- (Norte) Via Cambulatsisse																		
TRECHOS:																		
3.2.1-Mucanha-Cambulatsisse	P.08-P.09	73,8	12,0	1,2	-	10,8	2,4	0,9	8,7	7,1	1,1	3,8	7,1*	1,3	3,6	7,1*	1,9	3,0
3.2.2-Cambulatsisse-Cateme	-	68,0	13,2	1,2	-	12,0	2,4	-	10,8	7,1	-	6,1	7,1*	-	6,1	7,1*	-	6,1
3.2.3-Cateme-Moatize	Cateme-P.01	65,6	13,8	1,2	-	12,6	2,4	-	11,4	7,1	-	6,7	7,1*	-	6,7	7,1*	-	6,7
3.2.4-Moatize-Tete	-	38,9	24,7	4,8	-	19,9	7,1	-	17,6	14,2	-	10,5	11,9*	-	12,8	11,9*	-	12,8

\* Tração dupla  
 \*\* Traça tripla  
 — Insuficiência de capacidade a ser superada com construção de novo pátio de cruzamento

Foram determinadas as necessidades de vagões para o transporte de carvão, em cada patamar e por alternativa.

Tomou-se como custo unitário do vagão a cifra de US\$... 56.000,00 dos quais US\$ 10.000,00 correspondem aos custos de transporte de cada unidade.

Para a locomotiva, considerou-se o custo unitário de US\$ 1.380.000,00 acrescido de US\$ 50.000,00 referente ao transporte.

Para efeito de depreciação da frota adotou-se a vida útil de 30 anos para os vagões e de 25 anos para as locomotivas.

As estimativas de investimentos em locomotivas e vagões para o transporte de carvão são apresentadas na Tabela 1.9.10.

#### 8.7 Custos Operacionais Ferroviários

Neste ítem são indicados os procedimentos para se calcular os custos operacionais ferroviários de transporte de carvão das minas de Mucanha/Vuzi e Moatize aos portos de embarque.

No que se refere à estrutura geral dos custos, foram os mesmos divididos em CUSTOS DIRETOS ou seja; aqueles relacionados com a produção dos serviços (equipagem dos trens, manutenção, combustíveis e lubrificantes e outros custos diretos), e CUSTOS INDIRETOS ou seja, os custos fixos os quais independem do nível de produção dos serviços de transporte dentro dos limites para os quais está o sistema dimensionado, neles incluídos os custos de Administração e Depreciação.

#### 8.8 INVESTIMENTOS EM TERMINAIS E NAVEGAÇÃO NA ALBUFEIRA DE COHORA BASSA E RIO ZAMBEZE

##### - Descrição Geral

A seguir é apresentado o estudo preliminar para os componentes de navegação das alternativas porpostas, incluindo:

TABELA 1.9.10 - INVESTIMENTOS TOTAIS EM LOCOMOTIVAS E VAGÕES PARA O TRANSPORTE DO CARVÃO DE MUCANHA/VUZI E MOATIZE

Em US\$ 10<sup>3</sup> (jul.82)

ROTAS	1988			1990			1995			2000			2010		
	M/V 0.5x10 <sup>6</sup> t	MO 1.5x10 <sup>6</sup> t	TOTAL 2.0x10 <sup>6</sup> t	M/V 1.0x10 <sup>6</sup> t	MO 2.0x10 <sup>6</sup> t	TOTAL 3.0x10 <sup>6</sup> t	M/V 3.0x10 <sup>6</sup> t	MO 3.0x10 <sup>6</sup> t	TOTAL 6.0x10 <sup>6</sup> t	M/V 6.0x10 <sup>6</sup> t	MO 4.0x10 <sup>6</sup> t	TOTAL 10.0x10 <sup>6</sup> t	M/V 6.0x10 <sup>6</sup> t	MO 4.0x10 <sup>6</sup> t	TOTAL 10.0x10 <sup>6</sup> t
<b>1. ROTA 1-BETRA</b>															
<b>1.1. ALTERNATIVA 1.1: VIA NORTE E CFM-C</b>															
. Vagões	4.144	9.520	13.664	8.344	12.712	21.056	24.976	19.040	44.016	49.952	25.424	75.376	-	-	-
. Locomotivas	4.290	11.440	15.730	10.010	14.300	24.310	28.600	22.880	51.480	58.630	30.030	88.660	-	7.150	7.150
<b>1.2. ALTERNATIVA 1.2: VIA SUL E CFM-C</b>															
. Vagões	3.584	9.520	13.104	7.224	12.712	19.936	21.616	19.040	40.656	43.176	25.424	68.600	-	-	-
. Locomotivas	4.290	11.440	15.730	8.580	14.300	22.880	25.740	22.880	48.620	50.050	30.030	80.080	-	7.150	7.150
<b>2. ROTA 2 - NACALA</b>															
<b>2.1. ALTERNATIVA 2.1: VIA SUL E MALAWI</b>															
. Vagões	6.440	17.976	24.416	12.824	23.968	36.792	35.952	68.640	104.592	47.992	137.280	185.272	-	-	-
. Locomotivas	11.440	31.460	42.900	22.880	42.900	65.780	68.640	64.350	132.990	137.280	85.800	223.080	-	21.450	21.450
<b>2.2. ALTERNATIVA 2.2: VIA SUL E ZAMBEZIA</b>															
. Vagões	5.152	14.112	19.264	10.248	18.816	29.064	30.744	28.224	58.968	61.488	37.632	99.120	-	-	-
. Locomotivas	5.720	15.730	21.450	11.440	21.450	32.890	35.750	32.890	68.640	71.500	44.330	115.830	-	11.440	11.440
<b>2.3. ALTERNATIVA 2.3: VIA NORTE E MALAWI</b>															
. Vagões	7.000	17.976	24.976	13.944	23.968	37.912	41.888	35.952	77.840	82.776	47.992	130.768	-	-	-
. Locomotivas	12.870	31.460	44.330	24.310	42.900	67.210	74.360	64.350	138.710	148.720	85.800	234.520	-	21.450	21.450
<b>2.4. ALTERNATIVA 2.4: VIA NORTE ZAMBEZIA</b>															
. Vagões	5.712	14.112	19.824	11.368	18.816	30.184	34.104	28.224	62.328	68.264	37.632	105.896	-	-	-
. Locomotivas	7.150	15.730	22.880	12.870	21.450	34.320	40.040	32.890	72.930	80.080	44.330	124.410	-	11.440	11.440
<b>3. ROTA 3 - RIO ZAMBEZE</b>															
<b>3.1. ALTERNATIVA 3.1-VIA SUL</b>															
. Vagões	1.232	2.408	3.640	2.408	3.248	5.656	7.280	4.816	12.096	14.616	6.440	21.056	-	-	-
. Locomotivas	1.430	1.430	2.860	2.860	2.860	5.720	10.010	2.860	12.870	18.590	4.290	22.880	-	1.430	1.430
<b>3.2. ALTERNATIVA 3.2-VIA NORTE</b>															
. Vagões	2.352	2.408	4.760	4.760	3.248	8.008	14.224	4.816	19.040	28.448	6.440	34.888	-	-	-
. Locomotivas	2.860	1.430	4.290	5.720	2.860	8.580	18.590	2.860	21.450	35.750	4.290	40.040	-	1.430	1.430

M/V = Mucanha/Vuzi  
MO = Moatize

- Terminais marítimos de embarque de carvão na costa de Moçambique incluindo 3 (três) alternativas:
  - Beira;
  - Nacala na baía;
  - na foz do Zambeze "off-shore".
- Transporte lacustre na Albufeira de Cahora Bassa, em um percurso de 124 km e os respectivos terminais de embarque junto as minas de carvão (Rio Bohozi) e de descarga em Nhancapirire, que é um ponto de transbordo para o sistema ferroviário que transportará o carvão para os terminais marítimos por ferrovia, ou para transferi-lo para barcaças, em Tete, para o transporte fluvial no Rio Zambeze.
- Transporte fluvial no Rio Zambeze, desde um terminal próximo a Tete até a foz do rio em Chinde, em um percurso total de 500 km.

Para cada um destes estudos é apresentado:

- A descrição dos fluxos e as respectivas capacidades de transporte do sistema, bem como uma descrição resumida das obras civis e instalações elétricas.
- Informações básicas dos equipamentos, navios e as proteções necessárias a serem previstas nos caminhos navegáveis.
- Estimativas dos investimentos exigidos e dos custos operacionais.
- Desenhos de cada terminal de transferência, incluindo diagramas de fluxos e "layout" preliminar.

#### 8.8.1

#### *Terminais Marítimos*

##### - Recebimento

O carvão deverá chegar ao Porto em média, através dos vagões ferroviários, com 62,6 t de carga, com excessão da foz do Rio Zambeze onde será recebido de chatas.

- Pátio de Estocagem

- 1ª Etapa: com 2 (duas) pilhas, 1 (uma) empilhadora, 2 (duas) moegas móveis alimentadas cada uma por 2 (duas) pás carregadeiras e 3 (três) transportadores de correia sendo 1 (um) para empilhamento e 2 (dois) para a recuperação, podendo movimentar até 3.000.000 t/ano.
- 2ª Etapa: as 2 (duas) pilhas terão suas alturas aumentadas mantendo-se sua largura inicial. Além dos equipamentos já previstos na 1ª etapa. Deverão ser instaladas nessa ocasião, 2 (duas) recuperadoras podendo o pátio, deste modo, movimentar até 6.000.000 t/ano.
- 3ª Etapa: com a formação de mais uma pilha de estocagem nessa etapa, previu-se que o pátio será constituído de 3 (três) pilhas, todas com alturas superiores às da 2ª etapa, 2 (duas) empilhadoras, 2 (duas) recuperadoras e 4 (quatro) transportadores de correia, sendo 2 (dois) para empilhamento e 2 (dois) para recuperação, podendo movimentar então até 10.000.000 t/ano.

- Embarque

- Na 1ª Etapa previu-se um sistema de recuperação por pás carregadeiras e moega móvel. Este sistema permite uma capacidade de recuperação de 1.000 t/h, que possibilita um embarque anual de 4.928.000 t/ano.
- Na 2ª Etapa previu-se a recuperação do material por uma recuperadora de 2.600 t/h.
- Na 3ª Etapa há previsão de 2 (duas) recuperadoras alimentando 2 (dois) carregadores de navios, todos com a mesma capacidade.

- Obras Civis

Compreenderão as seguintes obras:

- Aterro e terraplenagem do pátio de estocagem;

- Acesso ferroviário incluindo uma clavação do greide da linha para evitar a escavação do terreno e as obras civis da moega de descarga dos vagões;
- Lastro ferroviário e trilhos para apoio dos equipamentos do pátio. Face às razoáveis condições dos terrenos não deverá ser necessário utilizar fundações profundas para estes equipamentos;
- Prédio de operação do terminal e instalações de apoio que deverão ser as mais simples possíveis tendo em vista que, tanto em Beira quanto em Nacala, já existem prédios e instalações da Administração do Porto. Apenas no caso do terminal na Foz do Rio Zambeze, será necessário um apoio maior o que implicará num pequeno acréscimo de custos, devido a esses prédios, bem como a construção de uma oficina mecânica para a manutenção dos equipamentos;
- Instalações de água, esgotos e drenagem;
- Vias de circulação e urbanização da área;
- Obras civis de apoio às instalações elétricas - linhas de duto, base dos transformadores, postes de iluminação, etc;
- Fundações das casas de transferência e transportadores de correia. No caso do terminal em Beira, onde a ligação entre o pátio de estocagem e a ponte de acesso ao pier cruza o porto e parte da cidade, deverá ser prevista uma estrutura de suporte maior, para que o sistema de transportadores não interfira com a operação normal das instalações do porto. Ainda assim, esta solução parece mais conveniente do que trazer a linha férrea até junto ao pier de embarque, cruzando em nível a parte antiga da cidade e criando um enorme pátio de estocagem junto ao centro urbano, numa área que, futuramente, poderá ser aproveitada para cargas mais nobres como os contêineres por exemplo;
- Pier e ponte de acesso - deverá ser construído em todos os terminais na forma usual, isto é, as fundações

deverão ser em estacas metálicas ou de concreto, verticais e inclinadas, com diâmetro de 80 cm a 90 cm e cerca de 40 m de comprimento sendo a superestrutura formada de peças pré-moldadas com enchimento em concreto armado "in loco". O pier deverá ter um comprimento de 300 m por 21 m de largura. A amarração dos navios deverá ser feita em dois dolphins de 15 m x 21 m distantes 25 m do pier. A ponte de acesso que ligará o pier à área de retaguarda deverá ser em forma de L, sendo que o trecho menor deverá ligar um dos dolphins ao pier. O trecho mais comprido deverá variar para cada solução, sendo de 100 m para a solução Beira Estuário, 400 m para Nacala e 1.600 m para o terminal na foz do Zambeze.

#### - Dragagem

Os terminais em Nacala e na foz do Rio Zambeze deverão estar situados em águas profundas, abaixo de 18,5 m em relação a maré mínima de sisigia (MLWS) suficiente para atenderem a navios de até 150.000 TDW.

O terminal no estuário de Beira, deverá situar-se numa área de 6 m de profundidade tendo um canal com cerca de 20 km de comprimento. Para não onerar demansiadamente o investimento inicial bem como a dragagem de manutenção, para a 1ª etapa deverá o mesmo ser dragado para atender a navios de até 70.000 TDW, que poderão entrar na maré cheia mínima de 4 m, com profundidade natural de 11,8 m e 200 m de largura. Na 2ª etapa o canal deverá ser aprofundado para 13,0 m e alargado para 230 m para atender a navios de até 100.000 TDW e, na 3ª etapa, para 15,0 m de profundidade e 250 m de largura para atender a navios de até 125.000 TDW.

#### - Sistema Mecânico - Equipamentos

Os equipamentos foram dimensionados para cada etapa da produção de carvão nas minas de Mucanha/Vuzi e Moatize e consistem em:

- Descarga dos vagões:

Moega de recepção com 3 (três) bocas de saída cada uma, descarregando em um alimentador de correia.

- Sistema de transportadores de correia.

- Recuperadoras.

- Separadores Magnéticos.

- Balanças.

- Empilhamento

Na etapa inicial e na 2ª etapa deverá haver 1 (uma) empilhadora e, na 3ª etapa, previu-se a instalação de mais uma de mesmas características para a formação da 3ª pilha.

Deverão ser usados tratores de esteiras para a compactação das pilhas de carvão. Previu-se 1 (um) trator operando em conjunto com cada empilhadora.

- Pátio de Estocagem

A largura das pilhas foi fixada em 35 m para as três etapas, e sua altura irá variar conforme o aumento de movimentação do carvão.

- Recuperação

Na etapa inicial deverá haver 2 (duas) linhas de recuperação do carvão feitas através de 4 (quatro) pás carregadeiras e 2 (duas) moegas móveis, de modo que cada moega alimentará um transportador de correia que, nesta fase, irá operar a uma capacidade de 1.000 t/h.

Na 2ª etapa deverão ser instaladas 2 (duas) recuperadoras tipo roda de caçambas e as moegas móveis passarão a funcionar em caso de emergência, ou para carregar o carvão não retomado pela recuperadora.

### - Carregamento de Navios

Na 1ª e 2ª etapa o terminal deverá contar com um carregador de navios para atender a navios com capacidade de 20.000 TDW até 150.000 TDW. Na 3ª etapa deverá ser instalado mais um carregador de navios de mesmas características.

### - Instalações Elétricas

As instalações elétricas incluirão a sub-estação principal que receberá a energia elétrica em alta tensão e a rebaixará para a média tensão e a distribuirá para as sub-estações secundárias a serem localizadas o mais próximo possível dos centros de consumo. Além disso, deverá haver a distribuição em baixa tensão para atender à iluminação das diferentes áreas, em particular do pátio de estocagem permitindo a operação noturna.

Os equipamentos de maior potência deverão ser alimentados em média tensão de 4,16 KV ou 6,6 KV para evitar o uso de cabos de grandes diâmetros e perda excessiva de energia na distribuição. Além disso, deverá ser previsto um sistema de controle de todo o terminal, bem como sistemas de comunicações por rádio e telefone.

No caso dos terminais "off-shore" e em Nacala será necessário prever uma verba adicional para a construção da linha de alta tensão em 138 KV ou 220 KV. No terminal na foz do Zambeze esta linha terá 90 km de extensão, em Nacala 15 km. Na solução Beira/Estuário não haverá necessidade pelo fato da linha de alta tensão passar junto ao terminal.

#### 8.8.2 Terminais Lacustres

Consiste de dois terminais na Albufeira de Cahora Bassa, denominados:

- Porto de Embarque em Mucanha/Vuzi
- Porto de Desembarque em Nhancapirire

O carvão proveniente da unidade de beneficiamento deverá chegar ao terminal de embarque, próximo ao Rio Bohozi por um transportador de correia onde carregadores deverão alimentar as barcas que transportarão o produto até um outro ponto da Albufeira, no terminal de desembarque em Nhancapirire a 124 km do terminal de embarque. Este último terminal tem a finalidade de receber o carvão e fazer o carregamento de vagões ferroviários que se destinam a levar o produto até o terminal marítimo, ou até o Rio Zambeze, anteriormente descritos.

#### - Etapas de Construção dos Terminais

##### • Embarque no Terminal de Mucanha-Vuzi (Rio Bohozi)

Está previsto, na etapa inicial, uma movimentação anual de 1.000.000t/ano, crescendo na 2ª etapa para 3.000.000t/ano e, na 3ª etapa, para 6.000.000 t/ano.

Devido à pequena distância entre a unidade de beneficiamento do carvão e o terminal (cerca de 2 km), o pátio de estocagem desta unidade deverá atender também ao terminal.

Deste pátio, o carvão deverá ser levado para o terminal através de um transportador de correia e embarcado em comboios de 4 barcas de 2.200 t de carvão cada uma.

Para o dimensionamento das capacidades dos diversos equipamentos do terminal considerou-se a movimentação da 3ª etapa.

Para efetuar este embarque previu-se com folga, 2 (dois) carregadores de barcas de lança dupla, com capacidade nominal de 950t/h, ou seja, 475 t/h em cada-lança. Cada equipamento poderá operar simultaneamente 2 barcas.

Na 1ª e 2ª etapa, deverá ser utilizado apenas um carregador atendendo a um número menor de barcas por dia.

• Desembarque de Nhancapirire

Assim como no embarque para movimentar 6.000.000 t/ de carvão na 2ª etapa, o terminal de desembarque poderá receber uma média de 2,13 comboios/dia e, o tempo máximo de descarregamento poderá ser de 7,4 h, com capacidade nominal de 2.380 t/h.

Esta operação poderá ser efetuada por 2 (dois) descarregadores de barcaças por caçamba, de lança dupla, com capacidade nominal de 1.300 t/h, ou seja, 650 t/h em cada lança. Cada equipamento poderá operar simultaneamente 2 barcaças, sendo que os controles de operação da caçamba são independentes.

Na 1ª e 2ª etapa deverá ser utilizado apenas um descarregador atendendo, em média, a um número menor de barcaças por dia (1,15 comboios/dia).

• Pátio de Estocagem em Nhancapirire

1ª e 2ª etapa: com 2 (duas) pilhas, 1 (uma) empilhadora, 2 (dois) transportadores de correia para empilhamento e vagões ferroviários alimentados diretamente das pilhas por 3 (três) pás carregadeiras, podendo movimentar até 3.000.000 t/ano.

3ª etapa: as 2 (duas) pilhas terão seus comprimentos aumentados, mantendo-se a sua largura inicial, além dos equipamentos já previstos para a 1ª etapa, deverá ser adquirida mais uma empilhadora, podendo o pátio deste modo movimentar até 6.000.000 t/ano.

• Recuperação em Nhancapirire

Adotando premissas similares à da descarga dos vagões no Terminal Marítimo, a capacidade de recuperação poderá ser de 1.269 t/h.

Na 1ª e 2ª etapa deverão ser usadas as mesmas quantidades de pás para evitar um aumento no tempo de estadia.

dos trens no terminal. Face ao baixo custo de investimento, recomenda-se a aquisição de uma 4ª pã para reserva.

#### - Obras Civis

Tanto no terminal de embarque em Mucanha/Vuzi, quanto no de desembarque em Nhancapirire as obras civis deverão ser simples, consistindo essencialmente de:

- Pontões flutuantes um na 1ª e 2ª etapa e 2 (dois) na 3ª etapa.
- Estrutura metálica de suporte dos transportadores de correia, cujo nível deverá ser de 330 m acima do acesso da ponte.
- Prédio de operação do terminal e pequenas instalações de apoio.
- Obras civis das instalações elétricas (base dos transformadores, linhas de dutos, postes de iluminação, etc.)
- Instalações de água, esgoto e drenagem.
- Terraplenagem da área do pátio de estocagem no terminal de Nhancapirire (a linha férrea está incluída na ligação Nhancapirire-Tete-Moatize).
- Dragagem de pequena parte do terminal, aprofundando o mesmo para 304 m.
- Via de acesso ao terminal.
- No caso do terminal de descarga em Nhancapirire será necessário construir um estaleiro para montagem e reparo das embarcações bem como dos pontões, pois os mesmos não poderão ser transportados para outro local.

A oficina mecânica do estaleiro servirá, também, para atender à manutenção dos equipamentos do terminal. No caso do terminal de Mucanha/Vuzi, toda a manutenção será feita na oficina mecânica, que atenderá aos equi-

mentos de exploração das minas de carvão e da unidade de beneficiamento.

- Sistema Mecânico - Equipamentos

• Transportadores de Correia

•• Terminal de Embarque em Mucanha/Vuzi (Bohozi)

Para todas as etapas, o transportador de correia, deverá partir do pátio de estocagem da unidade de beneficiamento até o terminal.

No terminal, o carvão deverá ser recebido pelo TC-2 que, nas pontes de acesso semi-flutuantes, dividirá o fluxo entre TC-3 e TC-4 que, por sua vez, deverá transportar o produto para uma série de transportadores (TC-5/7 e TC-6/8). Na 1ª e 2ª etapa apenas deverá ser implantado um dos sistemas de transportadores.

No pier flutuante o TC-9 que recebe o carvão de TC-7, descarrega o produto em TC-11 que alimenta o carregador de barcaças CB-2. O carregador CB-1 receberá o produto de TC-10.

Nas duas etapas os transportadores de correia TC-1 e TC-2 operarão a 1.900 t/h e os transportadores TC-3/11 operarão a 950 t/h.

Estão previstos também em alguns transportadores de correia, a instalação de balanças e separadores magnéticos.

•• Terminal de Desembarque em Nhancapirire

Em todas as etapas dois transportadores de correia deverão receber, respectivamente, o carvão dos descarregadores e escoarão produto a duas séries de transportadores, até atingir o pátio de estocagem, onde os transportadores deverão operar, respectivamente, com as em

pilhadoras. Na 1ª e 2ª etapa está previsto a implantação de apenas um dos sistemas de transportadores.

Todos os transportadores deste terminal estão previstos para operar a uma capacidade nominal de 1.300 t/h.

Estão previstos também em alguns transportadores de correia a instalação de balanças e separadores magnéticos.

#### •• Carregamento das Barcaças em Mucanha/Vuzi

Na 1ª e 2ª etapa o terminal de embarque deverá contar com 1 (um) carregador para atender a barcaças de 2.200t e, na 3ª etapa, serão necessários 2 (dois). Estes operarão a 475 t/h por lança, podendo carregar simultaneamente 2 barcaças.

#### •• Descarregamento das Barcaças em Nhancapirire

Na 1ª e 2ª etapa o terminal de desembarque deverá contar com 1 (um) descarregador e, na 3ª etapa, com 2 (dois) para atender às mesmas barcaças de 2.200t. Estes deverão operar a 650 t/h por lança, podendo descarregar simultaneamente 2 barcaças.

#### •• Empilhamento em Nhancapirire

Na 1ª e 2ª etapa deverá haver 1 (uma) empilhadora com 1.300 t/h e, na 3ª etapa 2 (duas).

Deverão ser utilizados tratores de esteiras para a compactação das pilhas de carvão. Previu-se 1 (um) trator operando em conjunto com cada empilhadora.

#### •• Pátio de Estocagem em Nhancapirire

A largura das pilhas foi fixada em 35 m para as 2 (duas) etapas iniciais, e seu comprimento irá variar conforme o aumento de movimentação do carvão.

Devem ser adotados espaços adequados em torno das seções para permitir a limpeza das mesmas por pás carregadeiras e tratores, e para dispor de área suficiente para espalhar o carvão incandescente no caso de combustão espontânea.

As dimensões das pilhas foram estabelecidas conforme as previsões de movimentação de carvão para estoques em torno de 10 (dez) a 15 (quinze) dias.

#### •• Recuperação em Nhancapirire

A recuperação prevista é por pás carregadeiras diretamente para os vagões. Este sistema permite que cada pá movimente, em média, 500 t/h.

Face ao baixo investimento e, a fim de evitar um maior tempo de estadia dos trens previu-se que, para a 1ª etapa deverão ser adquiridas 3 (três) pás carregadeiras que operarão para atingir a capacidade de 1.400t/h e, na 3ª etapa, deverá ser adquirida mais uma unidade deste equipamento para reserva.

#### - Instalações Elétricas

##### • Terminal de Embarque

Tendo em vista que a sub-estação principal irá atender ao Complexo Mineiro, o terminal somente precisará de uma sub-estação para alimentar, em média tensão, os transportadores de correia e os carregadores e, em baixa tensão, para a iluminação e as instalações prediais. O sistema de comunicações por rádio e telefonia deverá ser interligado ao do Complexo Mineiro.

##### • Terminal de Descarga

Necessita-se de uma linha em alta tensão (provavelmente 220 KV) que deverá receber a energia diretamente

da hidrelétrica de Cahora Bassa distante cerca de 25 km. Deverá haver uma sub-estação principal que rebaixará a energia para média tensão (13,8 KV provavelmente) e a distribuirá pelas sub-estações auxiliares que atenderão aos equipamentos do pátio, dos pontões e ao estaleiro, como também em baixa tensão, a iluminação da área e as instalações prediais. Deverá haver um sistema de comunicação por rádio e telefone.

8.8.3

### *Terminais Fluviais*

#### - Etapas de Construção dos Terminais

##### • Introdução

Da mesma maneira que os terminais lacustres, os terminais fluviais deverão apresentar 3 etapas de movimentação, a 1ª para 3.000.000 t/ano, a 2ª para 6.000.000 t/ano e, a 3ª, para 10.000.000 t/ano, idênticas às dos terminais marítimos, pois ao carvão de Mucanha/Vuzi se irá juntar o carvão de Moatize.

##### • Embarque no Terminal Próximo a Tete

Tanto o carvão de Moatize quanto o de Mucanha/Vuzi, deverão chegar a este terminal por ferrovia, o primeiro direto de Moatize e, o segundo, de Nhancapirire que é o terminal de transbordo entre as chatas e os vagões.

Desta forma a descarga de vagões deverá ser feita do mesmo modo que o descrito anteriormente para os terminais marítimos. A capacidade do pátio de estocagem, contudo, deverá ser menor, pois enquanto no terminal marítimo foi dimensionado para 1 mês, neste deverá ser idêntico ao do terminal de Nhancapirire, isto é, de 10 a 15 dias.

O embarque deverá ser similar ao do terminal de Mucanha/Vuzi, sendo a recuperação das pilhas realizada por meio de pás carregadeiras.

Os comboios compostos de 6 chatas com 1.500 t de capacidade cada uma transportarão, em média, 9.000t.

Para efetuar este embarque previu-se 3 (três) carregadores de barcaças de lança dupla com capacidade nominal de 1.200 t/h cada um, ou seja 600 t/h em cada lanca. Cada equipamento poderá operar simultaneamente 2 barcaças.

Na 1ª e 2ª etapa, deverão ser utilizados 1 (um) e 2 (dois) carregadores, respectivamente.

• Embarque na Foz do Rio Zambeze Próximo a Chinde

Deverá ser realizado da mesma maneira que em Nhancapiri, para uma capacidade de 4.865 t/h.

Esta operação poderá ser efetuada por 3 (três) descarregadores de barcaças por caçamba de lança dupla com capacidade nominal de 1.650 t/h, ou seja 825 t/h em cada lanca. Cada equipamento poderá operar simultaneamente 2 barcaças, sendo que os controles de operação da caçamba são independentes. Na 1ª e 2ª etapa deverão ser utilizadas 1 (um) e 2 (dois) descarregadores, respectivamente.

O pátio de estocagem do terminal de desembarque é o mesmo do terminal marítimo.

- Obras Civis.

Deverão apresentar características estruturais diferentes dos terminais lacustres pois deverão ser do tipo fixo sendo que, para a 3ª etapa, deverá ser necessário 3 berços, pois a variação do nível do rio não deverá ultrapassar a variação de 5 m junto ao terminal de embarque e menos de 2 m no terminal de descarga.

## - SISTEMA MECÂNICO - EQUIPAMENTOS

### • Terminal de Embarque em Tete

#### •• Descarga dos Vagões

A estação de descarregamento de vagões será dimensionada para atender a trens com vagões de 62,6 t de capacidade e poderá ser constituída de uma moega de recepção com 3 (três) bocas de saída onde, sob cada uma, previu-se um alimentador de correia.

#### •• Transportadores de Correia

A partir do pátio de estocagem, o carvão deverá ser recuperado com auxílio de pás carregadeiras e moegas móveis para um sistema de transportadores de uma linha, na 1ª etapa, 2 (duas) na 2ª etapa e de 3 (três) na 3ª etapa, cada uma terminando no respectivo carregador situado em cima de um pier independente.

O sistema ferroviário deverá apresentar forma similar ao terminal lacustre de Mucanha/Vuzi.

#### •• Empilhamento

Na etapa inicial deverá haver 1 (uma) empilhadora e, na 3ª etapa, previu-se a instalação de mais uma empilhadora de mesmas características para a formação da 3ª pilha.

Deverão ser usados tratores de esteiras para a compactação das pilhas de carvão. Previu-se 1 (um) trator operando em conjunto com cada empilhadora.

#### •• Recuperação

Na etapa inicial haverá 2 (duas) linhas de recuperação do carvão feitas através de 4 (quatro) pás carregadeiras e 2 (duas) moegas móveis, de modo que cada moega

ga alimentará um transportador de correia, que nesta fase irá operar a uma capacidade de 1.000 t/h devido à limitação de capacidade de recuperação do sistema através de pás carregadeiras e moegas móveis.

Na 2ª etapa, serão instaladas 2 (duas) recuperadoras do tipo roda de caçambas e as moegas móveis passarão a funcionar em caso de emergência, ou para carregar o carvão não retomado pela recuperadora.

#### •• Carregamento de Barcaças

Na 1ª etapa, deverá haver 1(um) carregador de barcaças de 1.200 t/h de capacidade, na 2ª etapa 2 (dois) e na 3ª etapa 3 (três), sempre de mesma capacidade.

#### • Terminal de Desembarque em Chinde

#### •• Descarregamento das Barcaças

Na 1ª etapa, deverá haver 1(um) descarregador de barcaças de 1.650 t/h de capacidade, na 2ª etapa 2 (dois) e, na 3ª etapa 3 (três), sempre de mesma capacidade.

#### •• Transportador de Correia

No pier deverão ser instaladas três linhas sequenciais de transportadores de correia, uma para cada descarregador sendo que, na ponte de acesso, deverá haver apenas um transportador com o triplo da capacidade. No pátio de estocagem as linhas de transportadores deverão ser semelhantes ao pátio dos terminais marítimo.

#### •• Empilhamento

Na 1ª e 2ª etapas deverá haver 1(uma) empilhadora de 4900 t/h de capacidade e na 3ª etapa 2 (duas).

## ●● Recuperação

Na etapa inicial deverá haver 2 (duas) linhas de recuperação do carvão, realizada através de 4 (quatro) pás carregadeiras e 2 (duas) moegas móveis de modo que, cada moega alimentará um transportador de correia que, nesta fase, irá operar a uma capacidade de 1.000 t/h devido à limitação de capacidade de recuperação do sistema através de pás carregadeiras e moegas móveis.

Na 2ª etapa deverão ser instaladas 2 (duas) recuperadoras do tipo roda de caçamba e as moegas móveis deverão passar a funcionar em caso de emergência, ou para carregar o carvão não retomado pela recuperadora.

## ●● Carregamento de Navios

Na 1ª e 2ª etapas o terminal deverá contar com 1 (um) carregador de navios para atender a navios com capacidade desde 20.000 TDW até 100.000 TDW. Na 3ª etapa deverá ser instalado mais um carregador de navios de mesmas características.

## - Instalações Elétricas

Deverão apresentar características similares aos dos terminais lacustre sendo que, no terminal próximo a Tete, deverá ser necessário construir uma linha de alta tensão numa extensão estimada em 10 km desde a linha existente e, no terminal de descarga, deverá ser usada a linha e a sub-estação principal que atendem ao terminal marítimo.

8.8.4

## *Chatas, Empurradores, Sinalização e Obras de Proteção das Vias Navegáveis*

### - Albufeira de Cahora Bassa

O transporte de carvão entre o terminal de embarque em Mucanha/Vuzi e o de desembarque em Nhancapirire deverá

ser feito com a utilização de comboios formados por 1(um) empurrador e 4 (quatro) chatas. A distância a percorrer é de 124 km a maior parte no sentido oeste-leste, ao longo do antigo leito do Rio Zambeze, isto é, em águas profundas mesmo nos períodos de estiagem quando a cota da Albufeira pode baixar até 306,4 m (a cota do leito está abaixo de 300m) somente junto aos terminais é que haverá necessidade de alguma dragagem para garantir uma profundidade mínima de 3 m. A velocidade média do comboio deverá ser de 5,0 nós (aproximadamente 9 km/h).

A rota entre os dois terminais deverá ser sinalizada com boias luminosas de forma a permitir a navegação noturna e com o auxílio de radar, para condições de má visibilidade (neblina). A Albufeira dispõe de áreas naturais próximas às margens para abrigo dos comboios no caso de soprarem ventos mais fortes. A onda máxima esperada, em função dos ventos de 18 a 25 km/hora de velocidade, é de 1,35 m de altura, cuja frequência ocorre de 5% a 10% do ano.

Admitiu-se ainda um empurrador adicional com equipamento para incêndio o qual, além de ser utilizado como reserva poderia, se necessário, ser utilizado como barco de incêndio para uso da força de segurança e transporte de doente e vivos.

Assim, teríamos:

- 1ª etapa - 2 empurradores e 4 chatas (1 empurrador reserva)
- 2ª etapa - 4 empurradores e 12 chatas (1 empurrador reserva)
- 3ª etapa - 6 empurradores e 20 chatas (1 empurrador reserva)

Admitiu-se que a manutenção das embarcações serão realizadas nos 45 dias do ano ainda disponíveis (365-320).

- Rio Zambeze

O transporte de carvão no Rio Zambeze deverá ser realizado entre um terminal de embarque situado próximo a Tete e outro no Rio Chinde, um dos braços da foz do Zambeze, num percurso total de 500 km a serem dragados, retificados e protegidos. Terá que dispor de uma sinalização ao longo de toda a rota.

O comboio será do tipo longo, o qual deverá se adequar melhor a essa rota, sendo formado por um empurrador e 6 chatas. O comboio deverá ter 265 m de comprimento e 23 m de largura.

O canal para atender a esta navegação deverá ter aproximadamente 80 m de largura nos trechos menos sinuosos e 150 m nos trechos com raio de curvatura inferior a 500 m. A profundidade mínima deverá ser de 3,0 m, para uma vazão do rio de 2.200 m<sup>3</sup>/s sendo que, se ocorrer assoreamento, o comboio poderá operar com calado abaixo de 2,2 m, de vez que o empurrador somente tem 1,9m de calado, transportando um menor volume de carga, enquanto não se fizer a dragagem de manutenção dos locais assoreados.

As obras a serem realizadas para tornar o Rio Zambeze navegável, neste trecho, incluirão a dragagem da calha para 80 m de largura e 3 m de profundidade e a proteção de suas margens com espigões que deverão ser constituídos por troncos de árvore fixos escorados sob água e aterrados com areia da dragagem sendo as pontes formadas por enrocamentos.

A extensão a ser corrigida foi estimada em 400 km e o número de obras em 300 baseadas nos estudos realizados anteriormente.

Seguindo a mesma sistemática aplicada para o dimensionamento da quantidade de comboios na Albufeira de Cahora Bassa teremos os seguintes valores:

1ª etapa - 8 empurradores e 42 chatas (1 empurrador reserva)

2ª etapa - 13 empurradores e 72 chatas (1 empurrador reserva)

3ª etapa - 21 empurradores e 120 chatas (1 empurrador reservar)

#### 8.8.5 Custos dos Investimentos e Custos Operacionais do Carvão

##### - Custos de Investimentos e de Transporte de Carvão

Foram estimados os custos dos investimentos em dólares norte americanos de julho/82, para cada um dos terminais e vias de transporte anteriormente descritos, discriminados da seguinte forma:

- Obras civis - incluindo os terminais propriamente ditos - cais de atracação, ponte de acesso, aterros e cortes da área do terminal, vias de acesso (ferrovia e rodovia), fundações dos equipamentos de manuseio, obras civis das instalações elétricas, prédios e instalações auxiliares, água, esgotos, drenagem e combate a incêndio e urbanização. A dragagem do canal de acesso e bacia de evolução, face à sua importância para o terminal da Beira foi apresentada separadamente.
- Equipamentos de Manuseio - incorpora todos os equipamentos do sistema mecânico de manuseio incluindo os componentes elétricos dos mesmos. Foi considerado 20% para a montagem e 10% para o transporte, do valor de cada equipamento.
- Instalações Elétricas - foi estimado um percentual variável de 10% a 20% do valor dos equipamentos inclusive montagem e transporte conforme cada caso. Separadamente, foram consideradas as linhas de transmissão em alta tensão, necessárias para os novos terminais em Nhançapirire, foz do Chinde, Tete e Nacala.

- Instalação do Canteiro - foi considerada uma verba de mobilização variável próximo a 7% do valor das obras civis. Na dragagem em Beira foi considerado o custo de um mês para cada draga, considerando que as mesmas, continuariam trabalhando na manutenção, isto é, não haveria viagem de retorno.

No caso das embarcações de transporte na Albufeira de Cahora Bassa e no Rio Zambeze foi estimado o valor de cada tipo de embarcação (empurradores e chatas). As obras de construção e retificação da calha navegável no Rio Zambeze foram enquadradas em obras civis, mantendo separada a dragagem. O balizamento foi enquadrado no item de equipamentos.

#### - Custo/Tonelada do Transporte de Carvão

Foram calculados os custos anuais de operação e de manutenção, incluindo os custos dos investimentos que foram depreciados linearmente, considerando o tempo de vida útil de cada equipamento e um máximo de 30 anos para as obras civis na Região de Mucanha/Vuzi, admitindo uma vida útil de 30 anos para as minas de Bohozi. Estes custos foram estimados para os três patamares de  $3 \times 10^6$ ,  $6 \times 10^6$  e  $10 \times 10^6$  t/ano, nos terminais marítimos e no transporte pelo Rio Zambeze, e para  $1 \times 10^6$ ,  $3 \times 10^6$  e  $6 \times 10^6$  t/ano nos terminais e transporte na Albufeira de Cahora Bassa.

Nos custos operacionais e de manutenção foram considerados:

- a mão-de-obra e os encargos sociais de cada terminal e embarcações;
- o material de consumo inclusive a alimentação das tripulações;
- o consumo de combustível, lubrificantes e energia elétrica;
- o seguro (são embarcações);

- empurradores nos terminais marítimos;
- a manutenção das obras civis (1,5 a 3% do valor do investimento exceto das obras de correção do rio), equipamentos (7 a 8% do seu valor montado, exceto para chatas, fixada em 3%, e empurradores fixado em 10%), instalações elétricas (3%) e dragagem (variável dependendo do local).

No caso da dragagem do terminal em Beira, foi necessário alocar parte da verba para outras cargas. Assim, no reboque para 3.000.000 t foi alocado 42% do mesmo para o carvão, em 6.000.000 t, 55% e para 10.000.000 t, 57%, considerando as estimativas futuras de manuseio no porto e a crescente participação do carvão no total. Foi considerado também um custo anual de manutenção para a dragagem no porto da Beira, de 10%, quando para navios de 30.000 TDW e 20% para outros calados, embora alguns estudos indiquem um valor acima de 100% do valor da dragagem inicial. O mesmo ocorre para o Rio Zambeze, onde foi considerado 40% do valor da dragagem inicial, embora diversos estudos indiquem 100%.

O investimento no estaleiro de montagem e reparos em Nhançapirire não foi computado no custo da tonelada transportada, de vez que o seu custo está embutido nos investimentos e custos de manutenção das barcaças e empurradores.

A vida útil de cada item foi estimada considerando-se as peculiaridades existentes em Moçambique, ou seja a tendência de um aproveitamento extremamente longo de todas as instalações, sujeito somente a vida útil da mina de carvão de Bohozi. Foram aplicados os seguintes valores:

- Obras civis - 30 anos (considerando a vida útil da mina de carvão de Bohozi)
- Dragagem e obras de proteção do rio - não tem depreciação
- Equipamentos e instalações elétricas - 20 anos
- Embarcações - 15 anos

Evidentemente os equipamentos móveis como pás carregadeiras e tratores apresentam uma vida útil muito menor, variando de 5 a 10 anos, porém seu peso no custo total é reduzido não afetando os resultados.

#### 8.9 AVALIAÇÃO ECONÔMICA DAS ALTERNATIVAS DE TRANSPORTE

Com o objetivo de selecionar a alternativa mais econômica para o transporte do carvão das futuras minas de Mucanha/Vuzi para um terminal oceânico de embarque nas costas de Moçambique, as alternativas indicadas foram comparadas, em função dos custos operacionais e custos totais por tonelada transportada, visto que uma ampla avaliação está sendo feita para o programa de carvão de Mucanha/Vuzi como um todo.

Foram simulados vários níveis de produção, considerando os fluxos de carvão das minas de Mucanha/Vuzi e Moatize. Para efeito de comparação de custos por tonelada, foi ainda admitida a hipótese de escoamento apenas da produção de carvão de Moatize, aos níveis de  $1,5 \times 10^6$  t e  $2,0 \times 10^6$  t.

No presente estudo, a avaliação econômica das alternativas de escoamento da produção do carvão das minas de Mucanha/Vuzi e Moatize, foram realizadas apenas em termos de custos (investimentos e custo por tonelada transportada), porquanto:

- O impacto regional de melhoria de transporte em economias em desenvolvimento é extremamente elevado e apresenta características específicas em cada caso. No momento, não seria possível um estudo do impacto regional da melhoria dos transportes, devido a seu elevado custo e tempo necessário.
- Além do impacto regional, a melhoria do sistema de transportes traria também, como benefícios, um maior ingresso de recursos em divisas para Moçambique, em decorrência do aumento da prestação de serviços de transporte aos países vizinhos. Pela mesma razão anterior de custo e tempo, não seria possível uma avaliação dos benefícios decorrente do efeito multiplicador do

ingresso de divisas sobre a economia moçambicana, por quanto exigiria um longo trabalho de pesquisa sobre as oportunidades e programas de investimentos e seus efeitos sobre a produção.

Para a seleção da alternativa mais viável, considerou-se os custos operacionais e investimentos ferroviários, dos terminais e/ou da navegação em cada alternativa em estudo, uma vez que o transporte é somente uma parte do programa total de carvão que está sendo avaliado como um todo.

A Tabela 1.9.11 mostra, de forma agregada, os custos operacionais e investimento por alternativa.

Verifica-se que:

A alternativa que apresenta menores custos operacionais anuais e custos operacionais por tonelada transportada de carvão é a alternativa 1.1 - Norte, que estabelece a ligação ferroviária direta do terminal ferroviário de Mucanha/Vuzi, Via Cambulatsisse até ao porto da Beira (Fig. 1.9.7).

Para os níveis de produção de apenas  $1 \times 10^6$  toneladas de carvão de Mucanha/Vuzi, considerando uma produção de  $2 \times 10^6$  toneladas de carvão de Moatize, seria preferível, em termos de custos, apenas transportar o carvão de Moatize, desde que sua produção seja de, pelo menos  $2 \times 10^6$  toneladas. Ao nível de  $1,5 \times 10^6$  toneladas de produção para Moatize, os custos operacionais, apenas para o transporte do carvão de Moatize, já são superiores ao do transporte de  $1 \times 10^6$  toneladas de Mucanha/Vuzi e  $2 \times 10^6$  toneladas de Moatize. Em termos de custos de transporte, a produção mínima que permite custos operacionais adequados, à estrutura de preços do mercado internacional do carvão, situa-se próximo aos  $3 \times 10^6$  toneladas de carvão para Mucanha/Vuzi declinando substancialmente com o incremento dessa produção.

TABELA 1.9.11 - INVESTIMENTOS TOTAIS E CUSTOS OPERACIONAIS POR TONELADAS EM CADA ALTERNATIVA

(Em US\$ 10<sup>6</sup> de JUL/)

PRODUÇÃO DE CARVÃO ALTERNATIVAS	MUCANIA/VUZI	SOMENTE MOATIZE		1.0 x 10 <sup>6</sup> t	3.0 x 10 <sup>6</sup> t	6.0 x 10 <sup>6</sup> t
	MOATIZE	1.5 x 10 <sup>6</sup> t	2.0 x 10 <sup>6</sup> t	2.0 x 10 <sup>6</sup> t	3.0 x 10 <sup>6</sup> t	4.0 x 10 <sup>6</sup> t
	TOTAL	1.5 x 10 <sup>6</sup> t	2.0 x 10 <sup>6</sup> t	3.0 x 10 <sup>6</sup> t	6.0 x 10 <sup>6</sup> t	10.0 x 10 <sup>6</sup> t
<b>1. ROTA 1 - BEIRA</b>						
ALTERNATIVA 1.1 - NORTE						
- CUSTOS DE INVESTIMENTOS		218.645	226.074	442.781	603.892	796.600
- CUSTOS OPERACIONAIS/TONELADAS	i = 0%	18,62	14,74	16,09	12,50	10,84
	i = 5%	21,69	17,13	19,20	14,63	12,52
	i = 10%	25,51	20,09	23,07	17,26	14,61
	i = 15%	29,81	13,42	27,42	20,23	16,96
ALTERNATIVA 1.2 - SUL						
- CUSTOS DE INVESTIMENTOS		218.645	226.074	386.095	536.372	791.886
- CUSTOS OPERACIONAIS/TONELADAS	i = 0%	18,62	14,74	17,42	13,39	11,84
	i = 5%	21,69	17,13	20,13	15,27	13,40
	i = 10%	25,51	20,09	23,51	17,62	15,35
	i = 15%	29,81	23,42	27,30	20,25	17,53
<b>2. ROTA 2 - NACALA</b>						
ALTERNATIVA 2.1 - SUL/MALAWI						
- CUSTOS DE INVESTIMENTOS		333.588	350.549	575.866	784.426	1.076.437
- CUSTOS OPERACIONAIS/TONELADAS	i = 0%	23,48	19,20	23,06	17,97	15,84
	i = 5%	28,17	22,90	27,11	20,73	18,11
	i = 10%	34,00	27,49	32,14	24,16	20,95
	i = 15%	40,56	32,66	37,80	28,01	24,11
ALTERNATIVA 2.2 - SUL/ZAMBÉZIA						
- CUSTOS DE INVESTIMENTOS		656.821	667.374	894.957	1.054.611	1.902.433
- CUSTOS OPERACIONAIS/TONELADAS	i = 0%	33,42	26,53	27,62	19,27	19,20
	i = 5%	42,66	33,57	36,90	22,98	23,21
	i = 10%	54,13	42,31	41,73	27,58	28,20
	i = 15%	67,05	52,15	50,53	32,77	33,81
ALTERNATIVA 2.3 - NORTE/MALAWI						
- CUSTOS DE INVESTIMENTOS		333.025	350.550	666.987	842.638	1.050.630
- CUSTOS OPERACIONAIS/TONELADAS	i = 0%	23,46	19,20	22,39	16,81	14,59
	i = 5%	28,15	22,90	27,08	19,77	16,81
	i = 10%	33,96	27,47	32,90	25,45	19,56
	i = 15%	40,51	32,66	39,46	27,60	22,66
ALTERNATIVA 2.4 - NORTE/ZAMBÉZIA						
- CUSTOS DE INVESTIMENTOS		416.930	427.143	741.180	878.013	1.051.959
- CUSTOS OPERACIONAIS/TONELADAS	i = 0%	25,43	20,52	22,74	16,28	13,58
	i = 5%	31,29	25,03	27,96	19,37	15,80
	i = 10%	38,57	30,62	34,43	23,20	18,55
	i = 15%	46,77	35,92	41,72	27,52	21,66
<b>3. ROTA 3 - RIO ZAMBREZE</b>						
ALTERNATIVA 3.1 - ACESSO SUL						
- CUSTOS DE INVESTIMENTOS		414.017	430.339	591.788	739.606	974.514
- CUSTOS OPERACIONAIS/TONELADAS	i = 0%	28,73	25,66	28,12	18,94	16,31
	i = 5%	34,55	30,20	32,30	21,54	18,37
	i = 10%	41,79	35,84	37,50	24,77	20,92
	i = 15%	49,93	42,18	43,34	28,41	23,80
ALTERNATIVA 3.2 - ACESSO NORTE						
- CUSTOS DE INVESTIMENTOS		430.506	446.828	704.558	880.511	1.109.605
- CUSTOS OPERACIONAIS/TONELADAS	i = 0%	29,28	26,07	28,18	19,10	16,18
	i = 5%	35,34	30,79	33,13	22,19	18,52
	i = 10%	42,86	36,61	39,29	26,04	21,45
	i = 15%	51,72	43,25	46,21	30,37	24,70

# MT-GEIPOT

## TOTAL OPERATING COST FOR THE COAL TRANSPORT PER ALTERNATIVE

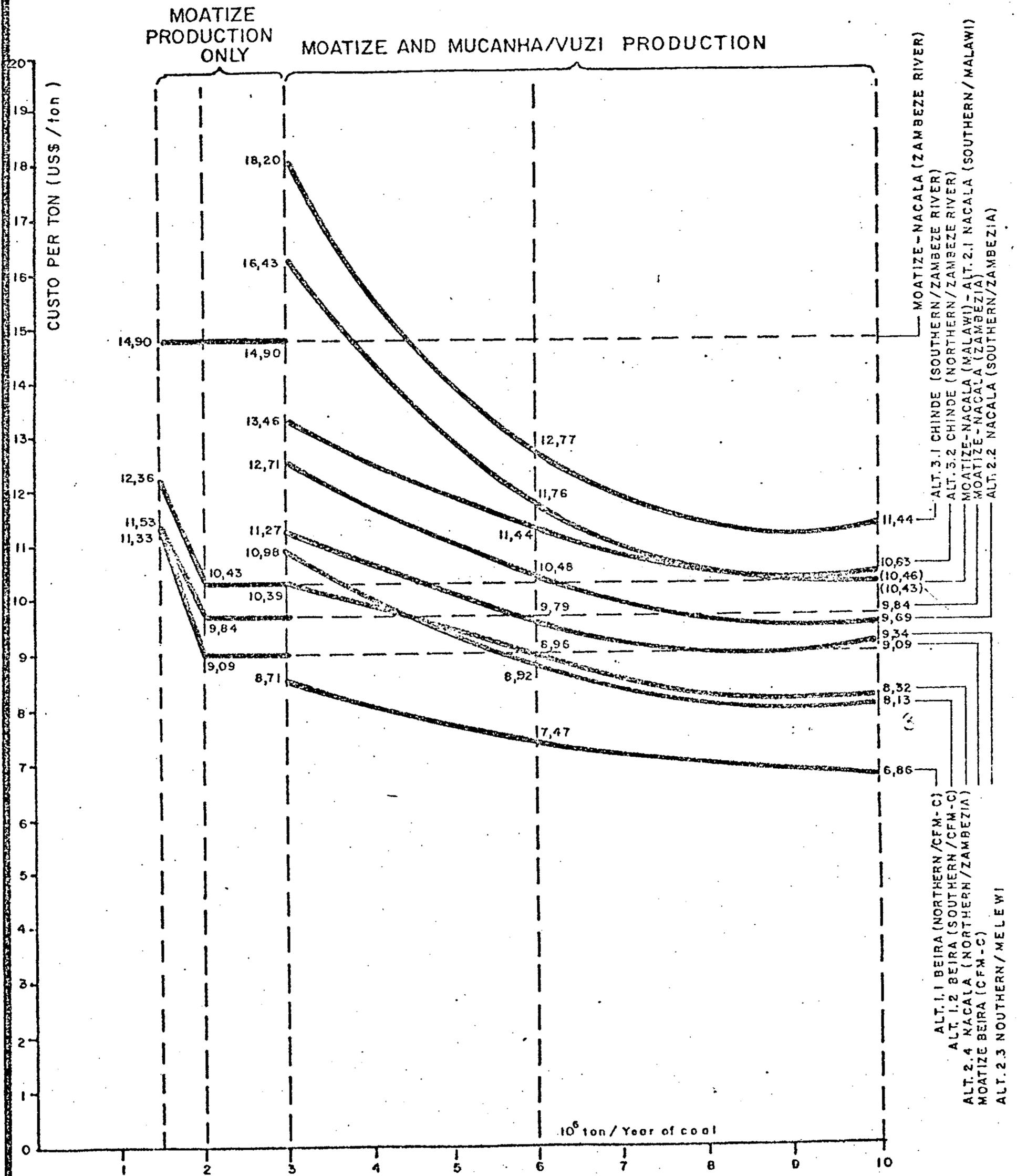


FIG 197

### STUDY OF OUTFLOW ALTERNATIVES Graphical Representation of Operating Costs

Mesmo considerando a amortização do principal e juros do financiamento incidente sobre os custos do transporte do carvão, ainda assim, a alternativa 1.1 - Norte apresentou custos inferiores ao da alternativa 1.2 - Sul.

Para efeito de análise de sensibilidade, considerou-se que a média da taxa de juros do financiamento seria de 0 %, 5%, 10% e 15% ao ano. Essas taxas seriam uma média dos juros de empréstimos realizados por fundos internacionais, créditos de fornecedores e doações. Evidentemente, como média, a taxa de 0 % é muito baixa e a de 15% muito elevada, estabelecendo os limites superiores e inferiores. Essa média deverá situar-se entre 5 e 10% ao ano.

Verifica-se que, a variação da taxa de juros considerada não chega a alterar a posição relativa da viabilidade das Alternativas 1.1 e 1.2. Isto porque a diferença de custo dos investimentos entre ambas as alternativas (menor para a alternativa 1.2), não chega a compensar o menor custo operacional da alternativa 1.1.

Deve-se considerar que, em estudos de pré-viabilidade é aceitável uma margem de erro em torno de 20%. Apesar de todo o esforço desenvolvido objetivando minimizar a margem de erro, é impossível avaliar com precisão qual seria essa margem, na ausência de dados de ante-projeto ou projeto que forneçam informações mais precisas.

#### 8.10

#### CONCLUSÕES

Foi desenvolvido pelo GEIPOT um esforço adicional no sentido de reduzir ao mínimo as margens de erro normalmente aceitas em estudos de pré-viabilidade, a fim de possibilitar uma indicação conclusiva com referência a rota e alternativa mais econômica para o transporte do carvão da região de Mucanha/Vuzi.

Apesar desse esforço, duas alternativas apresentaram custos bastante próximos, cuja diferença se encontra dentro de limites de erro bastante reduzidos, ambos na rota 1, do porto da Beira.

A Alternativa 1.1 - Norte Via Cambulatsisse e CFM-Centro, é exclusivamente ferroviária o que apresenta como vantagem, permitir a Moçambique desenvolver um esforço de treinamento de pessoal em apenas uma modalidade de transporte, a qual já é tradicional nesse país, o que requereria apenas um treinamento quantitativo e qualitativo de pessoal para operar os novos índices de produção, além de seu custo operacional inferior.

Como desvantagem, apresenta-se seu maior custo de investimento o que requeria um esforço adicional das autoridades Moçambicanas para a captação da diferença desses recursos em um mercado financeiro internacional retraído e com poucas perspectivas a médio prazo.

A Alternativa 1.2 - Sul, via travessia da Albufeira de Cahora Bassa até Nhancapirire, conexão com Moatize e seguindo as linhas do CFM-Centro até Beira, por sua vez apresenta como vantagem seu menor custos do investimento e o fato de passar próximo à região de Sanangoé onde foram observadas ocorrências (não pesquisadas) de carvão e que, caso comprovadas poderão, no futuro, beneficiar-se do sistema de transporte proposto na Alternativa 1.2.

Apresenta como desvantagem seu maior custo operacional e a necessidade de treinamento de mão-de-obra diversificada em várias especialidades como operação de terminais, navegação e ferrovia, e também, problemas de aumento de perda do produto, devido a necessidade de um maior número de transbordos (5) do que a Alternativa 1.1 (3) até o carregamento final.

As análises de sensibilidade mostraram que:

- Mesmo supondo-se uma variação das taxas de juros de 0%, 5%, 10% e 15% para amortização do capital externo investido no empreendimento, a diferença de custos operacionais anuais em favor da Alternativa 1.1 - Norte Via CFM - Centro até o porto da Beira, cobre com folga a diferença da amortização anual do principal e juros do capital externo investido em favor da Alternativa 1.2 - Sul, via travessia da Albufeira de Cahora Bassa até o porto da Beira.

Considerou-se um prazo de amortização de 20 anos e cuja taxa de juros deveria resultar de uma combinação de recursos captados no exterior, compreendendo linhas de crédito de fornecedores, empréstimos de fundos financeiros internacionais e doações, os quais definiriam uma taxa média de juros anuais entre 5 e 10% ao ano.

Evidentemente que, ao nível de estudo de pré-viabilidade, os valores apresentados nas Alternativas 1.1 e 1.2 são bastante próximos para que seja apontada uma alternativa como indiscutivelmente mais viáveis. Isso permite ao Governo de Moçambique, uma razoável margem de decisão quanto à alternativa que lhe convenha em função de aspectos políticos e qualitativos.

Baseado nas análises conduzidas e seus resultados, indica o GEIPOT como a alternativa mais econômica, a Alternativa 1.1 - Norte, que compreende a construção do terminal ferroviário de Bohozi, a construção da ligação ferroviária Mucanha/Vuzi-Cambulatsisse (364km), a construção da variante Moatize-Cateme (32 km), a recuperação e melhoria dos trechos ferroviários Cateme-Cambulatsisse (26 km) e Cambulatsisse-Porto da Beira (517 km) e construção do terminal de carvão no Porto da Beira (Franquia).

**9. ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA  
E ECONÔMICA**

## 9. ESTUDO DA VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA

Do Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica referente à implantação de um Complexo Mineiro para produção anual de 3.000.000 toneladas de carvão em Mucanha-Vuzi, Província de Tete, República Popular de Moçambique, são extraídas as seguintes conclusões:

### *Do Ponto-de-Vista Técnico:*

As reservas, até 40m de cobertura estéril, nas 3 camadas de carvão previstas para a lavra, são suficientes para suportar a operação do empreendimento aos níveis de produção preconizados;

As características geológico-estruturais da jazida são adequadas para a lavra a céu aberto utilizando-se o método de lavra em tiras, segundo espessuras crescentes de cobertura, com remoção das grandes coberturas por "drag-lines", a baixo custo;

As principais camadas a serem lavradas darão origem a carvões metalúrgicos, de boas propriedades coqueificantes e a carvões energéticos cuja utilização industrial não apresenta nenhuma inconveniência tecnológica;

Dado o processo de beneficiamento preconizado prevê-se que o carvão metalúrgico terá 10% de cinzas enquanto que o carvão energético terá 20%;

Face ao teor de cinzas previsto para os produtos e levando-se em conta os aspectos relativos à difícil lavabilidade do carvão de Mucanha-Vuzi, faz-se necessária a utilização de processos de separação em meio denso e baixa densidade de corte para o carvão metalúrgico e processo de separação em meio denso para o carvão energético;

### *Do Ponto-de-Vista de Transporte*

Devido às ampliações e melhorias previstas nos sistemas ferro

viário e portuário, não haverá qualquer impedimento para o escoamento normal da produção.

#### *Do Ponto-de-Vista Mercadológico*

Não obstante o caráter preliminar do estudo de mercado observa-se que devido às quantidades comercializadas anualmente no mercado internacional, a colocação do carvão moçambicano não deverá apresentar problemas quanto à quantidade, face à sua pequena participação neste mercado, que deverá ser da ordem de 1,5%.

A localização geográfica de Moçambique permite a colocação de seu carvão, a preços competitivos, especialmente na Europa, África e América do Sul.

Em face da estrutura dos custos operacionais de produção e dos custos de transporte da mina até o Porto de Beira, os produtos de Mucanha-Vuzi terão ainda maior grau de competitividade devido à flexibilidade na fixação dos preços de venda, podendo, eventualmente, admitir-se a sua redução, de acordo com o comportamento do mercado.

#### *Do Ponto-de-Vista Económico, Financeiro e Social*

Análise detalhada deste Estudo demonstra que o Projeto Carvão de Mucanha-Vuzi, embora constituindo uma unidade autónoma, deve ser considerado sob a ótica macro-económica como uma das metas básicas do grande projeto nacional de desenvolvimento a ser empreendido pelo Governo da República Popular de Moçambique nesta década.

O Projeto, quando em operação, proporcionará uma série de benefícios para o País; entretanto, para que estes benefícios se concretizem, deverão ser feitos investimentos, não só diretamente no Projeto em si, mas também em setores de infraestrutura básica de apoio, tais como energia elétrica e principalmente sistema transporte (ampliação e remodelação das ferrovias, construção do terminal ferroviário de Mucanha-Vuzi e obras no

Porto de Beira);

Assim, o investimento global inerente ao Projeto Mucanha-Vuzi divide-se em investimentos diretos e indiretos, a saber:

Investimentos Diretos: compreendendo a Mina, Instalações de Beneficiamento, Vila Mineira e Vias de Acesso.

Investimentos Indiretos: compreendendo a Linha de Transmissão para fornecimento de energia elétrica ao Projeto e o Complexo Ferroviário/Portuário, que abrange a ampliação, reabilitação e melhorias das estradas de ferro, aquisição de locomotivas e vagões, construção do terminal ferroviário de Mucanha-Vuzi e obras no Porto de Beira.

Os investimentos diretos do Projeto atingem a cifra de US\$ 208,630,000.00 e se decompõem em:

	<u>US\$ 1,000.00</u>
Investimento Fixo	179,121
Despesas Pré-operacionais	28,933
Capital de Giro Inicial	576
TOTAL	208,630

Os investimentos indiretos totalizam US\$ 435,817,000.00 e se subdividem em:

	<u>US\$ 1,000.00</u>
Linha de Transmissão	10,928
Complexo Ferroviário/Portuário (valor apropriado a Mucanha-Vuzi)	424,889
TOTAL	435,817

Investimento Total (Direto + Indireto) 644,447

No que concerne ao Complexo Ferroviário/Portuário, o valor de US\$ 424,889,000.00 refere-se apenas à parcela relativa à participação do Projeto Mucanha-Vuzi no investimento total previsto, que é de US\$ 741,817,000.00.

Este investimento total em ferrovias e portos visa atender o Projeto Mucanha-Vuzi, com a produção anual de 3.000.000t, e a futura expansão das minas de Moatize para o nível de 3.000.000 de toneladas anuais, totalizando, portanto, a quantidade de 6.000.000 de toneladas anuais de carvão; visa, também, atender o transporte de carga geral para Moçambique e para os países vizinhos.

A implantação da ferrovia de modo a atender ao transporte dos produtos de Mucanha-Vuzi e Moatize e ainda ao transporte de carga geral, permite a sua operação em níveis de eficiência e economia mais elevados, devido ao ganho de escala que o maior volume de carga proporciona.

Desta estrutura de transporte resulta, portanto, um frete menos oneroso para o Projeto.

Por sua vez, os fretes anuais a serem pagos pelo Projeto (em torno de US\$ 44,000.000.00) são o item de custo mais representativo, atingindo cerca de 30% da receita operacional bruta.

Assim verifica-se que a implantação do Projeto Mucanha-Vuzi está indiretamente ligado à expansão das minas de Moatize, no que tange à estrutura de transporte.

Há que se ressaltar, portanto, que o investimento global, compreendendo o Complexo Mineiro de Mucanha-Vuzi, a sua respectiva Linha de Transmissão e o Complexo Ferroviário/Portuário para atendimento a Mucanha-Vuzi e Moatize atinge o montante de US\$ 961,375,000.00.

Assumindo-se que, para a expansão de Moatize para 3.000.000t/ano, o investimento requerido seja da ordem de US\$ 50 milhões, conclui-se que o Pacote Total de Investimento será da ordem de US\$ 1 bilhão.

Contudo, com a elevação do nível de investimentos para atender à

expansão de Moatize haverá, certamente, um incremento relevante de benefícios.

Embora requeira investimentos relativamente elevados, a implantação do Projeto Mucanha-Vuzi produzirá impactos altamente benéficos no contexto socio-econômico de Moçambique, como a seguir se demonstra.

O Projeto foi avaliado sob o ponto-de-vista econômico-financeiro através da Taxa Interna de Retorno (TIR).

A Taxa Interna de Retorno obtida, considerando-se o investimento total (capital próprio + capital de empréstimos) foi de 26,09%, de boa atratividade, considerando-se o tipo e porte do empreendimento e se comparado com projetos alternativos em outros países e com as taxas de juros vigentes no mercado internacional.

Quanto à Taxa Interna de Retorno em relação apenas ao Capital Próprio, o resultado foi praticamente o dobro, ou seja, 50,19%, resultado este devido principalmente a alavancagem financeira altamente positiva proporcionada pelos financiamentos considerados.

Efetuarão-se diversas análises de sensibilidade para se verificar o comportamento da Taxa Interna de Retorno diante de variações nos preços de venda dos produtos, da alteração do valor do frete ferroviário e do acréscimo de investimento e dos custos operacionais de produção, mantendo-se inalteradas as demais condições.

Verificou-se que, mesmo diante de hipóteses altamente desfavoráveis, o Projeto continua apresentando resultados considerados atrativos, conforme se vê no resumo a seguir:

## ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

HIPÓTESES	TIR - %
ESTUDO BÁSICO	26,09
1 <sup>a</sup> Redução do preço do carvão energético para US\$ 18.25/t (redução de 50%)	18,56
2 <sup>a</sup> Redução do preço do carvão energético para US\$ 18.25/t e redução do preço do carvão metalúrgico para US\$ 48.00/t (redução de 20%)	10,57
3 <sup>a</sup> Considerando o frete ferroviário a US\$ 18.00/t	23,07
4 <sup>a</sup> Considerando o frete ferroviário a US\$ 20.00/t	21,18
5 <sup>a</sup> Considerando o frete ferroviário a US\$ 25.00/t	15,91
6 <sup>a</sup> Considerando o acréscimo de 20% no custos operacionais de produção	24,86
7 <sup>a</sup> Considerando o acréscimo de 20% no investimento fixo e nas despesas pré-operacionais	22,26

No âmbito macro-econômico, o Projeto Mucanha-Vuzi: insere-se perfeitamente nas linhas fundamentais de desenvolvimento nacional, preconizadas pelo Governo da República Popular de Moçambique, consubstanciadas no "Plano Prospectivo Indicativo para 1981 - 1990.

De fato, este Plano tem dentre suas metas principais:

" acelerar, ao máximo os trabalhos de pesquisa geológica de modo a garantir as reservas minerais indispensáveis aos grandes projetos industriais, em especial petróleo, gás, ferro, carvão,

minérios de alumínio e de tântalo".

" maximizar a produção para a exportação dando especial atenção ao algodão, carvão, amêndoa de caju, madeiras, camarão, açúcar e melação, frutas tropicais, mandioca e tabaco".

" aumentar rapidamente a produção de bens de consumo que hoje importamos de modo a:

- . nos primeiros anos da década acabar com a importação de carne e batata;

- . no final da primeira fase por fim a importação de milho, arroz, peixe, e os tecidos que mais pesam nas importações";

" garantir o início da produção dos complexos de ferro e aço, carvão, alumínio, fertilizantes, tratores, outros equipamentos agrícolas e outros produtos da indústria metalúrgica e metalomecânica, bem como a entrada em funcionamento das áreas previstas para o desenvolvimento agrário";

" assegurar o desenvolvimento da indústria produtora de produtos para o abastecimento de modo a satisfazerem-se as necessidades crescentes do povo, considerando em especial o ritmo de crescimento da matéria prima produzida no setor agrário".

Assim, este Projeto visa, através da estruturação de uma economia eficiente baseada no planejamento racional das atividades de exploração do carvão, gerar divisas para o País, e levar o nível de emprego, absorver novas tecnologias para o setor, elevar a renda dos beneficiários diretos e indiretos do Projeto e, conseqüentemente, elevar os padrões gerais de vida da população.

Todavia, os benefícios a serem obtidos em decorrência da implantação do complexo de Mucanha-Vuzi não se restringirão apenas ao setor mineral, pois o processo de desenvolvimento desta atividade servirá de base para impulsionar toda a economia da área de influência direta do projeto, assim como os demais setores da economia envolvidos, resultando em benefícios signifi-

cativos com reflexos positivos no País como um todo.

A geração de receitas e capacidades de consumo mais elevados, juntamente com a economia de escala gerada pelos serviços de infraestrutura econômica e social que acompanham necessariamente a implantação de um projeto desta magnitude deverá atrair outras atividades e serviços para a área, ocasionando uma maior acumulação social, elevando conseqüentemente a renda e criando mais oportunidades de emprego.

Cria-se um efeito multiplicador, através do qual o investimento inicial do projeto conduz a um aumento da renda e do consumo através de satisfação das necessidades básicas da população e maior acumulação social que, por seu turno, leva a estágios subsequentes de investimento e consumo.

Este processo deverá ser acompanhado por uma elevação progressiva nas rendas reais, paralelamente a uma maior acumulação social.

A magnitude do Projeto Mucanha-Vuzi fica ainda mais evidente, quando se explicitam alguns indicadores sócio-econômicos tais como:

- . Valor agregado bruto x Produto Interno Bruto (PIB)
- . Relação Produto-Capital
- . Geração líquida de divisas x Balanço de Pagamentos
- . Geração de empregos.

. *Valor Agregado Bruto x PIB*

O Projeto, se considerado apenas o Complexo Mineiro, proporcionará, à economia moçambicana, o valor agregado anual bruto a preços de mercado da ordem de US\$ 80,000,000.00, o que representa cerca de 3,0% do Produto Interno Bruto (PIB) de Moçambique de 1980, estimado em US\$ 2,500,000,000.00.

O complexo integrado, constituído do Complexo Mineiro e do Complexo Ferroviário/Portuário, proporcionará um valor agregado mais elevado, da ordem de US\$ 105,000,000.00 anuais, cerca de 4,0% do PIB de 1980.

### *Relação Produto-Capital*

A relação entre o valor agregado bruto ao produto nacional e o capital expressa a produtividade deste último num sentido social e é denominada "relação produto-capital" .

O objetivo principal deste indicador é permitir, às autoridades governamentais e órgãos de financiamento internacionais, uma avaliação do Projeto em relação ao setor ao qual ele pertence bem como em relação à economia nacional.

A relação produto-capital do Projeto situa-se em torno de 0,40, quando se considera somente o Complexo Mineiro e de 0,21 quando se trata do Complexo Integrado.

### *Geração Líquida de Divisas x Balanço de Pagamentos*

Dentro do contexto sócio-econômico de Moçambique e de suas relações comerciais com os outros países, este é, sem dúvida, o aspecto de maior relevância.

Os dados estatísticos disponíveis mais recentes mostram que as exportações totais de Moçambique evoluíram, de US\$ 134,750,000.00 em 1976, para US\$ 352,778,000.00 em 1980, enquanto que o Balanço de Pagamentos, sempre deficitário, no mesmo período apresentou saldos negativos que variaram em torno de US\$ 170,000,000.00 anuais.

Verifica-se, assim, que o País é carente em divisas, indispensáveis à importação de bens e serviços, não só para atender às necessidades imediatas do povo moçambicano como também para impulsionar o desenvolvimento econômico e social.

Desta forma, é de fundamental importância ressaltar que o Projeto Mucanha-Vuzi proporcionará a Moçambique, receitas cambiais brutas da ordem de US\$ 147,000,000.00 anuais, o que representa cerca de 40% de todas as exportações efetuadas em 1980.

A geração líquida de divisas, isto é, as receitas cambiais deduzidas dos pagamentos das importações de materiais e

insumos, dos juros e amortização dos empréstimos, também é altamente significativa, situando-se em média, em torno de US\$ 77,000,000.00, que representa cerca de 44% do déficit do Balanço de Pagamentos de Moçambique em 1980.

Esta geração líquida de divisas chega a atingir, em alguns anos, quantias em torno de US\$ 90,000,000.00.

Além dos benefícios diretamente proporcionados pelo Projeto de Mucanha-Vuzi estima-se que com a expansão da capacidade de produção das minas de Moatize, a geração líquida de divisas deverá se situar em patamares superiores a US\$100,000,000.00 em decorrência do acréscimo das exportações.

#### *. Geração de Empregos*

O Projeto Mucanha-Vuzi permitirá a criação de cerca de 1.050 empregos diretos só no Complexo Mineiro; considerando-se também a parte do Complexo Ferroviário/Portuário para atender ao Projeto, estes empregos diretos elevam-se para 2.750.

Embora não seja intensivo em mão-de-obra, o Projeto proporcionará a geração de empregos nos demais setores da economia.

Admitindo-se que, para cada emprego diretamente gerado pelo Projeto, haja a geração de um emprego indireto, o número total de empregos diretos e indiretos eleva-se para 5.500.

Considerando-se ainda que em Moçambique, de acordo com os dados do último censo, cada família tem, em média, 4,5 pessoas, o número total de pessoas beneficiadas pelo Projeto pode ser estimado em 25.000.