

**ADMINISTRAÇÃO NACIONAL DE ESTRADAS
REPÚBLICA DE MOÇAMBIQUE**

**O ESTUDO PREPARATÓRIO
SOBRE
PLANO DE MELHORAMENTO DA ESTRADA
NO CORREDOR DE DESENVOLVIMENTO DE NACALA
(N13: CUAMBA-MANDIMBA-LICHINGA)
NA
REPÚBLICA DE MOÇAMBIQUE**

**RELATÓRIO FINAL
2 de 3
TEXTO PRINCIPAL**

**Volume 2 Secção Mandimba-Lichinga
Parte III Desenho Preliminar de Engenharia
Parte IV Estudo de Viabilidade Económica**

Fevereiro de 2010

AGÊNCIA JAPONESA DE COOPERAÇÃO INTERNACIONAL

Eight - Japan Engineering Consultants Inc.

Oriental Consultants Co., Ltd.

Seguinte taxa de cambio é aplicavel ao Estudo:

1 Dolar Americano = 28.00Mtn = 91.36 JP Yen, or 1 MTn = 3.26 JP Yen (Outubro 2009)

**ADMINISTRAÇÃO NACIONAL DE ESTRADAS
REPÚBLICA DE MOÇAMBIQUE**

**O ESTUDO PREPARATÓRIO
SOBRE
PLANO DE MELHORAMENTO DA ESTRADA
NO CORREDOR DE DESENVOLVIMENTO DE NACALA
(N13: CUAMBA-MANDIMBA-LICHINGA)
NA
REPÚBLICA DE MOÇAMBIQUE**

**RELATÓRIO FINAL
2 de 3
TEXTO PRINCIPAL**

**Volume 2 Secção Mandimba-Lichinga
Parte III Desenho Preliminar de Engenharia
Parte IV Estudo de Viabilidade Económica**

Fevereiro de 2010

AGÊNCIA JAPONESA DE COOPERAÇÃO INTERNACIONAL

Eight - Japan Engineering Consultants Inc.

Oriental Consultants Co., Ltd.

PREÂMBULO

Em resposta ao pedido do Governo da República de Moçambique, o Governo do Japão decidiu levar a cabo um Estudo Preparatório sobre Plano de Melhoramento da Estrada no Corredor de Desenvolvimento de Nacala (N13: Cuamba-Mandimba-Lichinga), o qual ficou a cargo da Agência Japonesa de Cooperação Internacional (JICA).

A JICA enviou para Moçambique uma Equipa de Estudo liderada pelo Sr. Hisashi MUTO da Eight-Japan Engineering Consultants Inc. e formada pela Eight-Japan Engineering Consultants Inc. em associação com a Oriental Consultants Co., Ltd. no período entre Março de 2009 e Dezembro de 2009.

A Equipa de Estudo efectuou discussões com os responsáveis do Governo de Moçambique e realizou investigações de campo na área de estudo. Após o regresso ao Japão, a Equipa continuou com os estudos e elaborou o presente relatório final.

Constitui a minha expectativa que este relatório contribua para a promoção do projecto bem como a melhoria das relações de amizade entre os nossos dois países.

Ao finalizar, apresento o meu maior apreço aos responsáveis do Governo de Moçambique pela estreita colaboração ao estudo.

Fevereiro de 2010

Kiyofumi KONISHI
Director Geral
Departamento de Infraestrutura Económica
Agência Japonesa de Cooperação Internacional

Exmo. Sr.
Kiyofumi KONISHI
Director Geral
Departamento de Infraestrutura Económica
Agência Japonesa de Cooperação Internacional

Fevereiro de 2010

CARTA DE TRANSMISSÃO

Excelentíssimo Senhor,

É com imenso prazer que submetemos a V. Excia. o Relatório Final do Estudo Preparatório sobre Plano de Melhoramento da Estrada no Corredor de Desenvolvimento de Nacala (N13: Cuamba-Mandimba-Lichinga) na República de Moçambique.

Este estudo foi realizado pela Eight-Japan Engineering Consultants Inc. em associação com a Oriental Consultants Co., Lda. sob um contrato com a JICA no período entre Março de 2009 e Fevereiro de 2010.

Gostaríamos de aproveitar esta oportunidade para expressar a nossa profunda gratidão aos responsáveis da JICA, Ministério dos Negócios Estrangeiros do Japão, Administração Nacional de Estradas, Escritório da JICA em Moçambique e Embaixada do Japão em Moçambique pela sua cooperação e assistência durante o Estudo.

Finalmente, esperamos que este relatório contribua para maior promoção do projecto.

Com os nossos melhores cumprimentos,

Hisashi MUTO
Líder da Equipa
O Estudo Preparatório sobre Plano de Melhoramento da
Estrada no Corredor de Desenvolvimento de Nacala
O Consórcio entre Eight-Japan Engineering Consultants Inc. e
Oriental Consultants Co., Ltd.



Mapa da Localização

Estrutura do Projecto

1. País	República de Moçambique
2. Nome do Estudo	O Estudo Preparatório sobre Plano de Melhoramento da Estrada no Corredor de Desenvolvimento de Nacala (N13: Cuamba-Mandimba-Lichinga) na República de Moçambique
3. Agência Contraparte	Administração Nacional de Estrada (ANE), Ministério das Obras Públicas e Habitação (MOPWH)
4. Objectivos do Estudo	(1) Os objectivos do estudo visam determinar a opção tecnicamente e economicamente mais viável, ambientalmente aceitável e socialmente ideal de melhoramento da Estrada Cuamba - Lichinga para uma estrada para todos os climas para facilitar o trânsito. (2) Formulação e recomendação do "Programa de Desenvolvimento Regional", destinado à província de Niassa é também o objectivo do estudo.

1. A Área do Estudo

- A Estrada em Estudo, com um comprimento total de aproximadamente 302 quilómetros, incluindo a Estrada de Mandimba-Fronteira com Malawi, atravessa quatro distritos com alto potencial agrícola, nomeadamente, Cuamba, Mandimba, Ngauma e Lichinga, no Niassa.
- A Estrada Cuamba-Mandimba-Fronteira com Malawi é uma componente importante no Corredor de Desenvolvimento do Nacala, uma vez que se liga às províncias de Niassa e Nampula, e, além disso, permite a ligação dos países do interior, Zâmbia e Malawi à costa Moçambicana.
- Além disso, a estrada Lichinga-Mandimba é parte do Corredor de Pemba.

2. Âmbito do Estudo

- (1) Estudo de Viabilidade Económica
 - 1) Análise Económica, 2) Análise de Tráfego, 3) Avaliação Económica, 4) Análise Económica
- (2) Desenho Preliminar de Engenharia
 - 1) Medição do Local (Pesquisa das Condições Naturais), 2) Pesquisa Visual do Local, 3) Desenho Preliminar, 4) Estimativa do Custo
- (3) Posto Fronteiriço de Paragem Única (OSBP)
- (4) Assistência na Implementação de AIA pelo GOM (ANE)
- (5) Programa do Desenvolvimento Regional

3. Descrição Narrativa

Estudo de Viabilidade

A estrada em Estudo passa por muitas pequenas aldeias. A estrada pode ser dividido em três terrenos (0 - 148 km: terreno plano, 148 - 240 km: terreno ondulado, 240 - 302 km: ondulado com algum terreno montanhoso), e que ondula a uma altitude inicial de 560MASL chegando a quase 1.400 MASL em Lichinga. O alinhamento horizontal existente e o alinhamento vertical geralmente seguem a crista de bacias hidrográficas e do solo natural, respectivamente. A estrada existente é encontra-se num estado razoável a péssimo durante a estação seca e torna-se intransitável no período chuvoso, devido à interacção entre a má drenagem e solos propensos à erosão. Além disso, a largura da estrada em estudo varia entre 5m e mais de 10m e é geralmente inferior ao terreno circundante. Como resultado da análise de demanda de tráfego, os volumes de futuro tráfego para ambas as secções (Mandimba e Cuamba-Lichinga-Mandimba) em 2023 foram estimados em cerca de 1.481 AADT e 1.732AADT, respectivamente. De ponto de vista do terreno, segurança do tráfego, custos da construção, os impactos sociais, gestão do tráfego e funcionamento, uma velocidade de 100km/hr foi recomendado à secção de Cuamba - Mandimba. Da mesma forma, uma velocidade de 80km/hr foi recomendada à secção de Mandimba - Lichinga. E além disso, a selecção da composição adequada do pavimento foi avaliada com base no custo inicial e a sua viabilidade financeira usando o indicador EIRR. Como resultado da análise, uma superfície DBST sobre uma base granular e sub-base cimentada foi seleccionada como a composição do pavimento economicamente mais viável. A sua composição mostrou menor custo inicial e maior EIRR.

Programa Regional de Desenvolvimento

Niassa tem uma variedade inerente ao potencial de desenvolvimento. No entanto, as más condições de vias de acesso têm dificultado o desenvolvimento económico da província. Além disso, grandes áreas, a dispersão e a baixa densidade populacional, têm dificultado a entrega dos serviços sociais básicos à população. A Equipe de Estudo formulou um programa de desenvolvimento regional, de modo que o melhoramento da estrada de Cuamba-Mandimba e Mandimba-Lichinga possa gerar efeitos sinérgicos no desenvolvimento regional. Para a parte sul da província de Niassa, tais medidas de desenvolvimento incluíram o apoio aos pequenos produtores na comercialização e agro-indústrias de processamento e desenvolvimento de infra-estrutura para melhorar as funções de logísticas, nas cidades de Cuamba e Mandimba. Para a zona centro e a parte norte da província, foi dada alta prioridade ao apoio aos pequenos produtores na comercialização, indústrias de processamento de madeira e turismo, bem como a melhoria das infra-estruturas sociais e serviços.

4. Conclusão e Recomendações

- (1) Para autorizar o programa de desenvolvimento regional proposto pelo Estudo, juntamente com a implementação do plano de estrada.
- (2) Para avançar com a discussão bilateral sobre OSBP e estabelecer uma política relevante para as seguintes questões:
 - Tipos de sistema operacional para o programa de OSBP
 - Estruturação e tamanho das instalações
 - Implementação do programa como "melhoramento de duas etapas," proposto pelo Estudo
- (3) Adoptar um conceito de COI para minimizar os impactos sociais como reassentamento.
- (4) Iniciar com o desenho detalhado para Estrada Cuamba - Mandimba (154km) o mais cedo possível.
- (5) Executar uma pesquisa exaustiva do local (Topográfica, Geológico e solo) para Estrada Mandimba - Lichinga.

5. Estruturação do Relatório

Nome do Relatório	Número de Volume	Principais Conteúdos do Relatório		Língua		
				Ing.	Por.	Jap.
1. Sumário Executivo	-	-	-	✓	✓	✓
2. Principal Texto	Volume-1	Parte I	Abordagem Global & Procedimento de Trabalho	✓	✓	
		Parte II	Apreciação Geral			
	Volume-2 Secção Cuamba-Mandimba	Parte III	Desenho Preliminar de Engenharia da Estrada			
		Parte IV	Estudo de Viabilidade Económica			
		Parte V	Instalações da Fronteira			
	Volume-2 Secção Mandimba-Lichinga	Parte III	Desenho Preliminar de Engenharia da Estrada			
		Parte IV	Estudo de Viabilidade Económica			
Volume-3	Parte VI	Considerações Ambientais e Sociais				
Volume-4	Parte VII	Programa de Desenvolvimento Regional				
3. Desenho	Secção Cuamba-Mandimba	-	-	✓	✓	
	Secção Mandimba-Lichinga	-	-			

Sumário Executivo

Parte I Metodologia Geral e Procedimento de Trabalho

Moçambique situa-se no sudeste da costa de África e cobre uma área de 799.380 Km². É limitado pela Tanzânia, norte, pelo Malawi, Zâmbia, Zimbabué, Suazilândia, África de sul, no Oeste pelo Canal de Moçambique, Oceano Índico a Este. A guerra Civil dos 17 anos durou até 1992, destruiu muitas infra-estruturas em particular as estradas do país.

O Governo Moçambicano (aqui em diante designada GOM) assumiu que a limitação do acesso rodoviário e outros serviços socio-económicos é causa da pobreza e pelo facto deu prioridade à reconstrução de infra-estruturas nas áreas de grande potencialidade produtiva, etc. Isto vem incorporado no plano de acção para a redução da pobreza absoluta (PARPA-II:2006-2009).

A meta principal da Estratégia do Sector de Estradas 2007-2011(RSS) é de servir de forma eficiente para um sistema rodoviário, a priorizar as áreas económicas como a agricultura, as áreas turísticas, as áreas industriais ou o desenvolvimento de recursos naturais com grande potencialidade para contribuir no crescimento económico do PARPA-II.

Dadas as situações acima apresentadas, o Governo Moçambicano requereu que o Governo Japonês (aqui em diante designado GOJ) conduza um estudo de viabilidade para o melhoramento de estrada Nampula-Cuamba. Em resposta ao pedido do governo Moçambicano, o Governo Japonês conduziu um estudo de melhoramento da estrada Nampula-Cuamba de 2006 a 2007. Na secção de estrada Nampula –Cuamba, o desenho detalhado já foi adiantado para a construção com os fundos do governo Japonês.

A Estrada em Estudo (N13 Cuamba-Mandimba-Lichinga), como parte dos dois corredores moçambicanos Nacala N13/N1 e Lichinga N14/N1 providenciam uma ligação estratégica para com a fronteira de Malawi em Mandimba com os portos de Nacala e Pemba, Províncias de Nampula e Cabo Delgado respectivamente. Embora a Estrada em Estudo mostre uma potencialidade para estimular o desenvolvimento e reduzir a pobreza em todo o território de norte de Moçambique, permitindo que haja uma conexão eficiente, a secção em causa é a única secção não-pavimentada.

De acordo com a Agência Japonesa de Cooperação Internacional, o agente responsável pela cooperação técnica do governo do Japão fez um estudo incluindo um programa de desenvolvimento regional na província de Niassa ao longo da Estrada em Estudo juntamente com as autoridades moçambicanas.

Os objectivos dos estudos levados a cabo visam determinar as técnicas mais

possíveis economicamente viáveis e aceites no que concerne ao meio ambiente e uma óptima opção social para o melhoramento de estrada existente (Cuamba-Lichinga). Para uma estrada transitável a todas as temperaturas, o estudo também determina até que ponto a existência de estradas melhoradas possa reduzir a pobreza no local.

E o estabelecimento do programa de desenvolvimento regional com maior incidência para a província de Niassa é também o objectivo de estudo. O programa tem como objectivo, expandir o melhoramento de todas as áreas que fazem parte deste corredor (Nacala N13/N1 e Lichinga N14/N1).

Parte II Apreciações Gerais

1. Política/Sectorial do Governo

A política nacional e a planificação em Moçambique, ambos têm a redução da pobreza como objectivo-chave. Moçambique tem estado a fazer um estudo da pobreza absoluta através do PARPA-I(2001-2005) e PARPA-II (2006-2009). A meta do PARPA-II é de reduzir o índice da pobreza absoluta de 54% para 45% em 2009.

O sector de transporte de Moçambique usa as seguintes políticas e estratégias:
-Estratégia do Sector de Estrada 2007-2011(RSS);
-Programa Integrado do Sector de Estrada 2009-2011 (PRISE);
-Orçamento e plano de trabalho semi-anual. (SAWPB)

2. Instituição responsável pelo sector

O sistema rodoviário é actualmente é gerido pela Administração Nacional de Estradas (ANE), que responde pelo Ministério de Obras públicas e Habitação. O fundo de estrada é responsável pela gestão dos fundos deste sector.

3. Modo de Divisão de Tráfico

Em Moçambique são ocupadas na sua maioria de viaturas de mercadorias (58,2%) e (96,1%) pelo transporte de passageiros em todos os moldes particularmente os de passageiros e que totalmente precisam do sistema rodoviário. Por outro lado, 27,9% faz parte da contribuição da linha-férrea que relativamente superior a de transporte marítimo com 8,3%, também contribui no transporte de mercadoria. O transporte aéreo partilha igualmente o transporte de passageiros e de mercadorias em pequena escala devido a sua fraca capacidade.

4. Condições e sistema de classificação de estrada

Moçambique tem classificado as estradas Nacionais (estradas primárias e secundárias) e regionais (terciárias e vicinais). Estas estradas são administradas pela ANE. As estradas urbanas e as não classificadas estão sob controlo do conselho municipal e Administrações Distritais respectivamente.

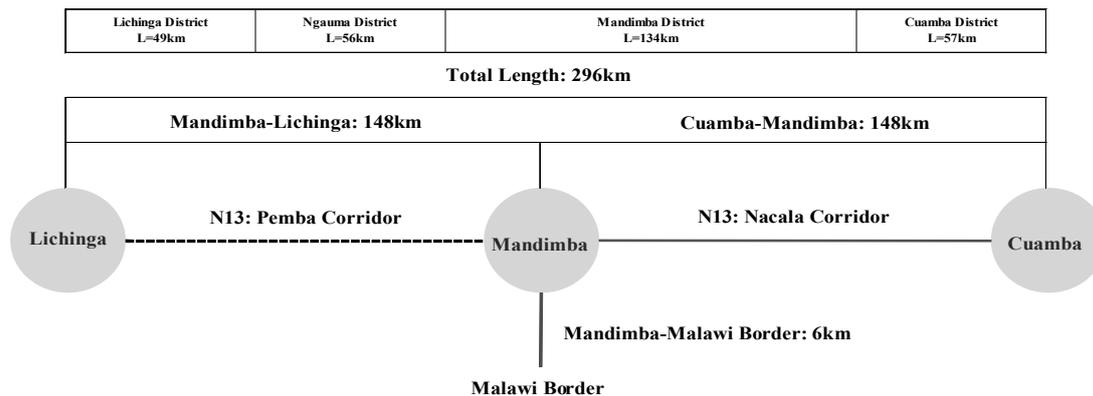
A actual rede classificada de estradas está estimada em cerca de 3000 km das quais abaixo de 20% estão alcatroadas. As estradas pavimentadas na sua maioria são estimadas em 88% como estradas em boas condições. Contudo, somente 57% de estradas não pavimentadas são consideradas transitáveis. O elemento chave da Estratégia do Sector de Estrada e o plano estratégico de manutenção é de introduzir um programa de gestão de estradas pavimentadas que vai funcionar de uma forma independente das restantes estradas. Este programa vai compreender 30 mil Km das estradas classificadas e 3 mil Km de estradas urbanas adicionais.

[Secção Cuamba-Mandimba]

Parte III- Desenho Preliminar de Engenharia

1.Observações Gerais

A Estrada em Estudo pode ser dividida em duas secções (Secção Cuamba-Mandimba e Secção de Mandimba – Fronteira com Malawi). O comprimento de cada secção está indicado na figura que se segue:



Estruturação da Estradas em Estudo

2.Pesquisa de Condições Naturais para a Estradas em Estudo

O objectivo da pesquisa sobre a condição natural visa confirmar a existência de condições naturais para a estrada em estudo com vista a fazer o desenho da estrada. A pesquisa da condição natural é composta de seguintes três componentes.

1) Pesquisa Tipográfica (pesquisa de alinhamento, pesquisa aérea, pesquisa da ponte, colocação de pontos de referências) 2) Pesquisa Geológica, 3) Pesquisa do material dos solos

3.Hidrologia e Análise Hidrológica

A tabela que segue mostra os resultados dos cálculos dos níveis das cheias usando HEC-Ras que se baseia nos cálculos irregulares do decurso de água.

Ponte	Período de retorno	Descarga (m ³ /s)	Nível calculado (cheia) (m)	Resultados da pesquisa (m)
Muambessi	50-Anos	312.0	618.50	616.9
	100-Anos	390.9	619.28	
Lussangassi	50 Anos	589.9	639.42	637.5
	100 Anos	731.4	639.92	
Ngolua	50-Anos	246.4	704.16	706.2
	100-Anos	307.9	704.85	
Ngame II	50 Anos	243.7	708.61	709.2
	100 Anos	301.7	709.15	

4. Padrões Aplicáveis de Desenho

A Aplicação de padrões apropriados de desenho vai assegurar que os seguintes objectivos sejam alcançados.

- Garantir a segurança ao alto nível de serviço e conforto para os utentes das vias rodoviárias através da pavimentação e alargamento das faixas de rodagem.
- Garantir que as faixas de rodagem sejam desenhadas economicamente.
- Garantir a uniformidade do desenho.
- Garantir a segurança das infra-estruturas (pontes e aquedutos).

Para os estudos de desenho de estradas Nampula-Nacala e Nampula-Cuamba que fazem parte do corredor de Nacala, a Equipa de Estudo propôs o uso de padrões de desenho da Comissão de Transporte e Comunicações da África Austral, (SATCC) como eram de uso comum para os outros projectos na região.

5. Desenho Preliminar de Engenharia

Através das discussões com a ANE e os resultados da pesquisa do campo pela Equipa de Estudo, o conceito de Projecto foi confirmado como o seguinte:

- Construir uma ligação eficiente de estrada que permite o fluxo anual de tráfico correspondendo a futura demanda de tráfico;
- Construir uma estrada primária segura reduzindo riscos de acidentes e taxa de feridos aos peões e utentes de motorizados.

(1) Alinhamento Recomendável

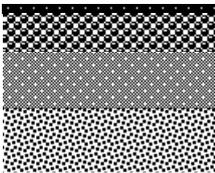
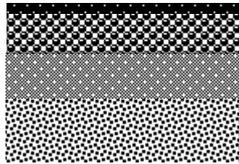
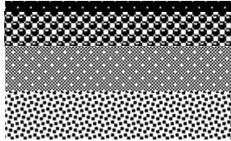
A seguinte tabela mostra a magnitude de melhoramento e seus efeitos de

alinhamento recomendável. No que toca a secção entre a fronteira de Malawi e Cuamba, foi classificada por dois índices (curvatura horizontal e subida mais descida) em que a os alinhamentos existentes, ambos, horizontais e verticais quase responde ao critério para a velocidade de desenho de 100km/h. Isto significa que o melhoramento do alinhamento recomendado será basicamente na estrada existente.

			Existente	Plano
Comprimento			153.8km	152.9km
Terreno			Plano	Plano
Velocidade de Desenho			-	100km/h
Geometria	Aqueduto Horizontal	deg/km	22.4 (1.00)	21.2 (0.95)
	Subida + Descida	m/km	9.8 (1.00)	9.8 (1.00)
	No. de Subidas+ Descidas	no./km	4.5	3.3
No. de Passagens de Níveis			8	2

(2) Composição do Pavimento Adequado

A análise mecanista usando ELSYM5 foi conduzida de acordo com o desenho CBR. Os resultados das análises são mostrados na seguinte tabela:

S2 (3-4)	S3 (5-7)	S4 (8-14)
		
<p> : G4 Base Molhada de cascalho Esmagado ou Natural CBR>80%@98% mod. AASHTO densidade</p> <p> : C4 Sub-base cimentada e estabilizada 0.75-1.5Mpa@100% mod. AASHTO densidade</p> <p> : G7 Camada seleccionada de CBR molhada >15%@93% mod. AASHTO densidade</p> <p>Rácio de Poisson & Coeficiente de Elasticidade (Coeficiente de Elasticidade = (10 x CBR)Mpa)</p> <p>G4: 0.35, Phase-I: 400Mpa, Phase-II: 400Mpa, Phase-III: 300Mpa</p> <p>C4: 0.25, Phase-I: 1500Mpa, Phase-II: 600Mpa, Phase-III: 300Mpa</p> <p>G7: 0.35, Phase-I: 150Mpa, Phase-II: 150Mpa, Phase-III: 150Mpa</p>		

(3) Desenho da Ponte

Da discussão com a ANE, a largura interior da parte da ponte foi definida em 9.2 m para a ponte de duas faixas, Estas estão resumidas na seguinte tabela:

Geral		Ponte existente			Nova Ponte			
No.	Nome	Largura	Comprimento	Existente	Faixa	Largura	Comprimento	Da ponte existente.
(Cuamba)								
1	Muambessi	4.8	14.3	Demolir	2-faixas	9.2	17	Mesma posição
2	Lussangassi	3.2	28.0	Demolir	2-faixas	9.2	34	Jusante 8m
3	Ngolua	4.7	14.0	Demolir	2-faixas	9.2	17	Mesma posição
4	Ngame-II	4.9	28.0	Demolir	2-faixas	9.2	34	Mesma posição
(Mandimba)								

6. Planificação da Construção

O plano de construção foi proposto para o melhoramento da estrada Cuamba-Mandimba na N13 incluindo os métodos de construção, obtenção do material e o equipamento, o programa de construção de acordo com as condições do local, a escala estrutural e a quantidade do trabalho.

7. Plano de Implementação do Projecto

O plano de implementação foi proposto baseado em alguns impedimentos que afectam a agenda que ilustra abaixo.

- A selecção do consultor para o D/D vai precisar um procedimento de quatro a cinco meses e preparação de D/D com os documentos de concursos precisam no mínimo de cinco meses.
- A preparação da avaliação do impacto ambiental e RAP precisará de cerca de 8 a 9 meses e será submetido ao BAD e JICA, 120 dias antes da submissão do relatório de avaliação e acordo de empréstimo do projecto, respectivamente.
- A contratação de empreiteiro vai requerer um procedimento no mínimo de 9 a 10 meses, incluindo a pré-qualificação, o anúncio de concursos de manifestação de interesse, a preparação num limite de 90 dias, a avaliação e a provação das propostas pela ANE e agências doadoras.
- O trabalho de construção e supervisão precisará de cerca de 3 anos (33 meses).

8. Estimativa de Custo do Projecto

Basicamente, o custo unitário de construção para o “Melhoramento de Estrada Nampula-Cuamba” (aqui em diante designada “NCR”) é utilizando para a estimativa devido ao seu alto nível de semelhança entre os dois projectos, como se segue.

- Localização: A Estrada em Projecto é uma extensão de NCR, que passa Cuamba na região nortenha
- Tempo estimado: estimativa de engenharia para NCR foi concluída na sua fase de desenho detalhado em Abril de 2009.

Os resultados da estimativa estão resumidos nas tabelas que se seguem.

Descrição		Final (USD)
		DBST
1000	Geral	21,773,229
2000	Drenagem	6,205,937
3000	EW & camadas granulares	47,887,098
4000	AC & revestimentos	13,525,335
5000	Auxiliares	2,501,784
6000	Estruturas	6,051,036
7000	Teste & QC	17,250
8000	Outros	1,573,090
Total (Conta A: Estrada)		99,534,760
Conta B: Trabalho Diurno		855,999
Conta C: Questões Sociais		935,627
Conta D: Ambiental		248,837
Total (Conta A a D)		101,575,223
Contingências (10%)		10,157,522
IVA (6.8%)		7,597,827
Custo total de construção		119,330,572
Custo de Engenharia (5%)		5,586,637
IVA (6.8%)		379,891
Custo total do projecto		125,297,100
Custo de Compensação		156,103
Custo do Projecto por km		820,492

9. Sistema de Manutenção de Estradas

As dez delegações provinciais da ANE são responsáveis pela implementação de todos os trabalhos de manutenção das estradas classificadas. A direcção para manutenção tem um papel muito fundamental na garantia para que as delegações nas províncias estejam cientes e que cumpra com todos os requisitos técnicos e operacionais para implementação do plano anual de manutenção; e que estradas de todos os tipos (primárias, secundárias, terciárias, vicinais, pavimentadas e não pavimentadas) estejam mantidas e pavimentadas

Parte IV Estudo de Viabilidade Económica

1. Modelo de Fluxo de Tráfego Existente

A Equipe do Estudo realizou seguintes pesquisas e inquéritos para reconhecer as características de modelo de fluxo de tráfego para cada secção.

- Dados anteriores da ANE sobre o volume de tráfego;
- O volume de tráfego e a pesquisa OD nas margens da estrada levado a cabo no Mês de Maio e Agosto nas três localidades (Cuamba-Mandimba-Lichinga) na Estrada em Estudo;
- A pesquisa OD nas quatro fronteiras entre Moçambique, Malawi e Zâmbia;
- A pesquisa baseada numa entrevista dos intervenientes em ambos os países (Moçambique e Malawi).

Esta secção é a via usada para o trânsito de passageiros de Lichinga para outros distritos em Niassa para ligar a linha-férrea na Província de Nampula. No que concerne o transporte de mercadoria, alguns produtos provêm de Cuamba em direcção a Lichinga. Por outro lado, muitos produtos consumíveis para a Cidade de Cuamba provem de lado de Nampula principalmente via linha-férrea.

2. Metodologia e Previsão da Demanda do Tráfego

A equipa de estudo aplicou uma ferramenta socio-económica baseada numa estratégia de desenvolvimento de Niassa (PEP) e conceitos de metodologia de previsão como os três diferentes tipos de tráfego.

Volume de Tráfego de Passageiros estimado pelo “Modelo de Gravidade” com indicadores variáveis do potencial da população e a secção de estradas com impedimento desenvolvido pelo número actual de passageiros por cada viagem OD.

Volume do Tráfego Regional é considerado pela divisão de tráfego como atracção e produzido em cada zona. A atracção da viagem é estimada pelo consumo diário de produtos e a viagem é baseada nos produtos agrícolas da província de Niassa.

Volume de Tráfego Internacional pensa-se que tenha começado depois do melhoramento do sistema de estradas. É estimado pelo comércio Malawiano e a capacidade da linha-férrea que se insere no modelo de escolha do corredor chamado Modelo Lodgit.

3. Resultados da Previsão da Demanda do Tráfego

Acumulando os resultados de cada componente, o futuro volume de tráfego para ambas secções será resumida. Para a secção de Cuamba-Mandimba, o futuro volume de tráfego em AADT é estimado em cerca de 457 AADT em 2014, 1,481 AADT em 2023 e 5,027 AADT em 2033, no caso “COM”.

A secção Cuamba-Mandimba é caracterizada pelo número de reboques que serão desviados do Corredor da Beira e da linha-férrea. Evidencia-se que esta secção composta por parte do corredor internacional.

Comparando com o anterior estudo de viabilidade entre Nampula e Cuamba, esta estimativa de volume de tráfego é quase o mesmo nível com a secção anterior.

4. Análises Económicas

A análise económica é conduzida nas seguintes hipóteses:

<i>Instrumento de Análise</i>	:HDM-4(RED, para a referência compreensiva);
<i>Vida do Projecto</i>	:Vinte anos depois do começo do projecto de estrada (2014)
<i>Data do preço</i>	:Outubro 2009;
<i>Taxa de desconto social</i>	:12%;
<i>Factor de conversão</i>	:Trabalho de construção (0,84), trabalho de manutenção (0,75);
<i>Taxa de câmbio</i>	:USD1 para 28.00 Mt;

Os resultados da análise são como se segue:

Análise de Sensibilidade

Caso	Assunções	EIRR
Base	De melhoramento para estrada pavimentada com DBST com intervenção Lichinga-Mandimba	19.5%
1	Redução do volume de tráfego -20%	16.6%
2	Aumento de custo de investimento de +20%	16.9%
3	Combinação do supracitado como o pior caso	14.3%

O projecto tem uma pontuação média como uma intervenção de melhoramento-para-pavimentada e sua viabilidade económica é aceitável, com uma EIRR de mais de 12% do custo de oportunidade entre as alternativas. Com base neste resultado, o projecto é avaliado como um dos projectos prioritários a serem implementadas no país. A especial importância desta estrada principal e de trazê-la para estrada com transitabilidade em todas as épocas. A equipe de estudo conclui que o projecto de melhoramento da estrada é economicamente viável em termos de economia nacional de Moçambique.

Parte V Instalações Transfronteiriças

1. Estudo de Base e Levantamento para o Melhoramento das Instalações da Fronteira

O melhoramento das instalações na fronteira Mandimba-Chiponde foi avaliado em termos das suas necessidades e requisitos em conformidades com o estudo de base e levantamento dos factos diante dos seguintes factos:

- As actuais condições nas fronteiras Moçambique –Malawi;
 - tráfego transfronteiriço;
 - sistema de controlo e instalações;
- Características da fronteira Mandimba-Chiponde;
 - Características comerciais e geográficas
 - Interacção e comunidades fronteiriças
 - A importância Estratégica no Corredor do Desenvolvimento Regional;
 - Condições locais e Instalações;
- Estratégia para o Melhoramento do Controlo Fronteiriço de Instalações;
 - Estratégias Regionais da SADC;
 - Estratégia Bilateral Moçambique-Malawi.

2. Abordagem de Implementação para o Melhoramento das Instalações Fronteiriças

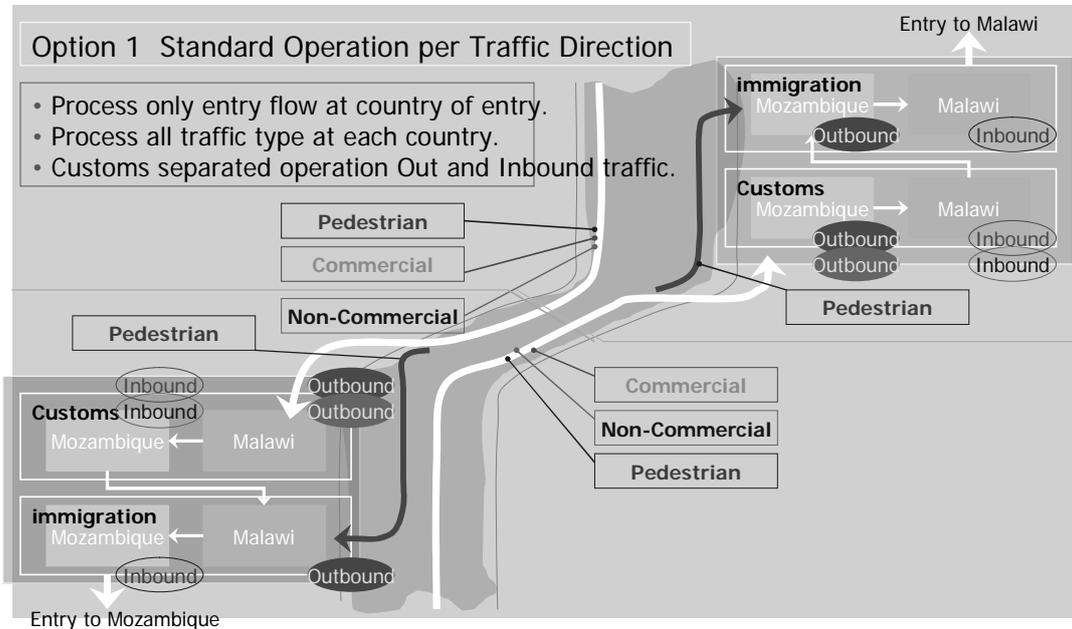
A abordagem da implementação foi formulada e propôs o seguinte:

- A introdução faseada para OSBP será empregue;
- As instalações existentes serão praticamente adaptadas e utilizados sob ambiente de OSBP;
- A introdução faseada será examinada de acordo com: i) a magnitude da futura demanda de tráfego transfronteiriço e o ano de previsão, ii) Programa das discussões bilaterais e o acordo, iii) Programa do tempo para a introdução do ambiente OSBP, para outras fronteiras

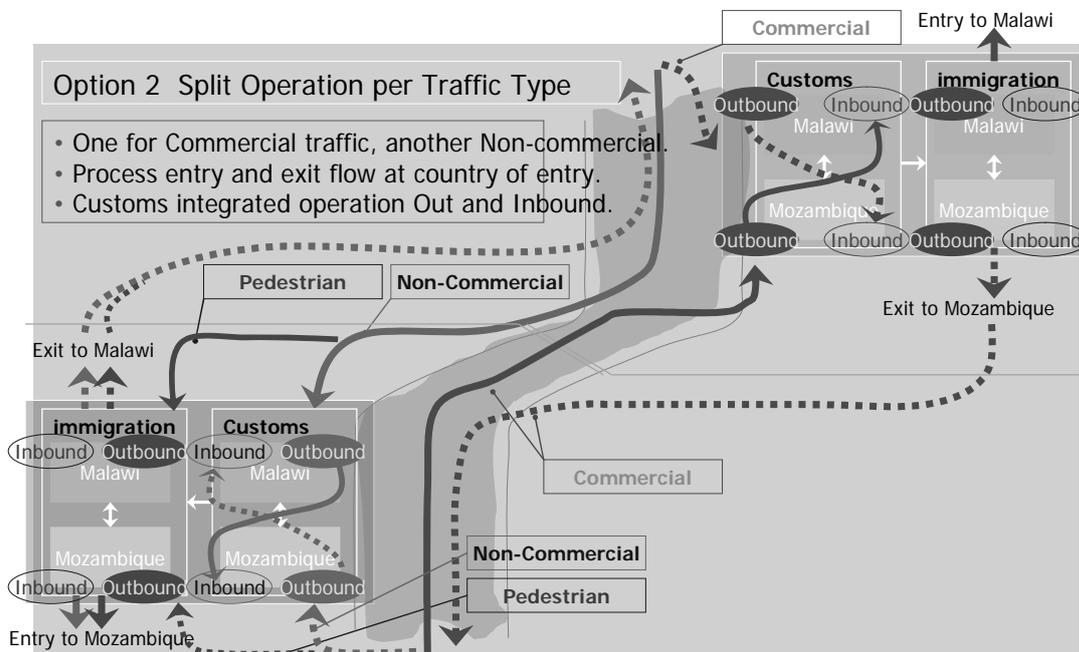
3. Política de Implementação para o Melhoramento das Instalações Fronteiriças:

“**Melhoramento em duas fases**”, como um cenário competitivo e “**instalações num mo delo j ustaposto**” foram tecnicamente seleccionados para a introdução faseada de OSBP. E a planificação da estrutura foi preliminarmente formulada estimando as condições provisórias tais como os procedimento de controlo fronteiriço e pontos de referência para o desempenho (meta do tempo de liberação, tempo total de processamento, unidade de mão-de-obra, etc.) a aplicar ao funcionamento de OSBP.

Foram propostas duas opções de funcionamento de OSBP e uma estrutura preliminar e o tamanho das instalações foram propostas para dois anos-alvo de acordo com “Melhoramento em duas fases”, que é, 2014 como primeiro passo e 2024 como segunda etapa:



Opção 1: Funcionamento Dividido por Direcção de Tráfico



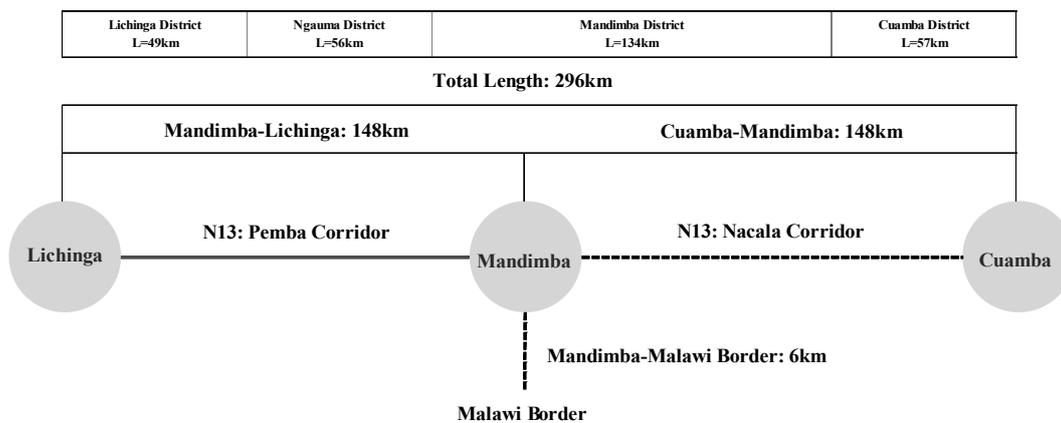
Opção 2: Funcionamento Dividido por Tipo de Tráfico

[Secção Mandimba-Lichinga]

Parte III Desenho Preliminar de Engenharia

1. Observações Gerais

Como mostra a Figura 1.1.1, a Estrada em Estudo, com um comprimento total de aproximadamente 148 km, atravessa três distritos com alto potencial agrícola, nomeadamente, Mandimba, Ngauma e Lichinga, na Província de Niassa. A Estrada Mandimba-Lichinga é parte do Corredor de Pemba



Estruturação da Estrada em Estudo

2. Pesquisa de Condições Naturais para a Estradas em Estudo

O objectivo da pesquisa sobre a condição natural visa confirmar a existência de condições naturais para a estrada em estudo com vista a fazer o desenho da estrada. A pesquisa da condição natural é composta de seguintes três componentes.

1) Pesquisa Tipográfica (pesquisa de alinhamento, pesquisa aérea, pesquisa da ponte, colocação de pontos de referências) 2) Pesquisa Geológica, 3) Pesquisa do material dos solos

3. Hidrologia e Análise Hidrológica

A tabela que segue mostra os resultados dos cálculos dos níveis das cheias usando HEC-Ras que se baseia nos cálculos irregulares do decurso de água.

Ponte	Período de retorno	Descarga (m ³ /s)	Nível calculado das cheias (m)	Resultado da Pesquisa de campo (m)
Ngame I	50-Anos	225.6	731.10	732.9
	100- Anos	278.9	731.68	
Lilasse	50 Anos	277.3	892.76	893.2
	100 Anos	342.7	893.01	
Ninde	50- Anos	256.6	902.47	902.9
	100- Anos	316.9	902.75	
Luculumesi	50 Anos	716.2	992.98	990.0
	100 Anos	885.0	993.63	
Lutembue	50- Anos	310.9	1045.64	1043.9
	100- Anos	384.7	1046.01	
Luambala	50 Anos	463.2	1107.61	1105.5
	100 Anos	576.5	1108.09	

4. Padrões Aplicáveis de Desenho

A Aplicação de padrões apropriados de desenho vai assegurar que os seguintes objectivos sejam alcançados.

- Garantir a segurança ao alto nível de serviço e conforto para os utentes das vias rodoviárias através da pavimentação e alargamento das faixas de rodagem.
- Garantir que as faixas de rodagem sejam desenhadas economicamente.
- Garantir a uniformidade do desenho.
- Garantir a segurança das infra-estruturas (pontes e aquedutos).

A Equipa de Estudo propôs o uso de padrões de desenho da Comissão de Transporte e Comunicações da África Austral, (SATCC) como eram de uso comum para os outros projectos na região. A Estrada Lichinga-Montepuêz também é sujeita aos padrões de desenho da SATCC.

5. Desenho Preliminar de Engenharia

Através das discussões com a ANE e os resultados da pesquisa do campo pela Equipa de Estudo, o conceito de Projecto foi confirmado como o seguinte:

- Construir uma ligação eficiente de estrada que permite o fluxo anual de tráfico correspondendo a futura demanda de tráfico;
- Construir uma estrada primária segura reduzindo riscos de acidentes e taxa de feridos aos peões e utentes de motorizados.

(1) Alinhamento Recomendável

A seguinte tabela mostra a magnitude de melhoramento e seus efeitos do alinhamento recomendável. No que toca a secção entre a Mandimba e Lichinga, embora o alinhamento horizontal responde o critério para a velocidade de desenho de 80km/h, o alinhamento vertical deve ser melhorado mais de 50% para responder a velocidade de desenho de 80km/h conforme mostrado na seguinte figura. Isto significa que esta secção deve ser melhorado em grande escala.

		Existente	Plano
Cumprimento (km)		148.1km	148.6km
Terreno		Ondulado e Montanhosa	Ondulado e Montanhosa
Velocidade de desenho		-	80km/h
Geometria	Curvatura Horizontal deg/km	164.1 (1.00)	174.8 (1.07)
	Subida + descida m/km	55.8 (1.00)	24.2 (0.43)
	No. de Subidas + Descidas no./km	3.1	2.8

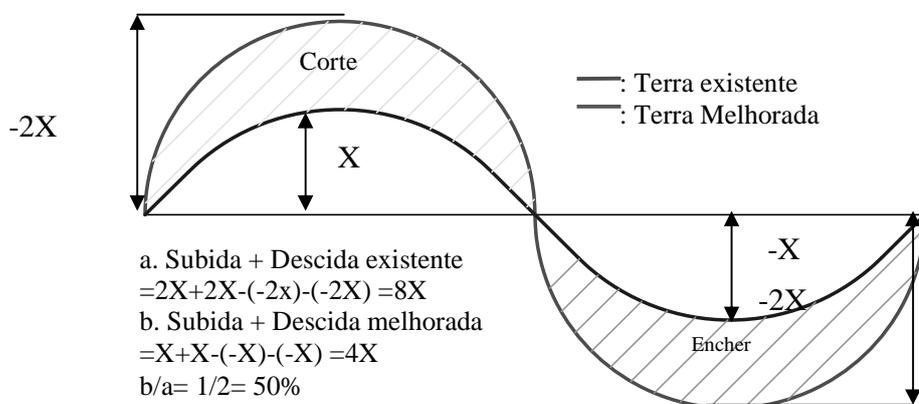
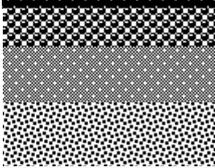
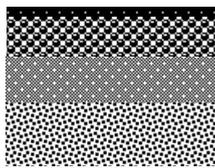
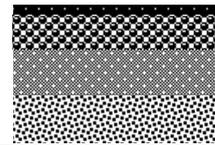


Imagem Melhorada do Alinhamento Vertical

(2) Composição Apropriada do Pavimento

A análise mecanista usando ELSYM5 foi conduzida de acordo com o desenho CBR. Os resultados das análises são mostrados na seguinte tabela:

S2 (3-4)	S3 (5-7)	S4 (8-14)
 200 250 250	 200 200 250	 150 200 200
<p> : G4 Base Molhada de Pedra Esmagada CBR>80%@98% mod. AASHTO densidade</p> <p> : C4 base de estrada cimentada e estabilizada 0.75-1.5Mpa@100% mod. AASHTO densidade</p> <p> : G7 Camada seleccionada de CBR molhada >15%@93% mod. AASHTO densidade</p> <p>Rácio de Poisson & Coeficiente de Elasticidade (Coeficiente de Elasticidade = (10 x CBR)Mpa)</p> <p>G4: 0.35, Phase-I: 400Mpa, Phase-II: 400Mpa, Phase-III: 300Mpa</p> <p>C4: 0.25, Phase-I: 1500Mpa, Phase-II: 600Mpa, Phase-III: 300Mpa</p> <p>G7: 0.35, Phase-I: 150Mpa, Phase-II: 150Mpa, Phase-III: 150Mpa</p>		

(3) Desenho da Ponte

Da discussão com a ANE, a largura interior da parte da ponte foi definida em 9.2 m para a ponte de duas faixas, Estas estão resumidas na seguinte tabela:

Geral		Ponte Existente			Nova ponte			
No.	nome	Largura	Comprimento	Existente	Faixa	Largura	Comprimento	Da Ponte existente.
(Mandimba)								
5	Ngame-I	4.2	28.0	Demolir	2-faixas	9.2	30	Mesma posição
6	Lilasse	4.0	10.0	Demolir	2-faixas	9.2	17	Mesma posição
7	Ninde	4.1	31.0	Demolir	2-faixas	9.2	34	Jusante 8m
8	Luculumesi	4.4	22.0	Demolir	2-faixas	9.2	34	Jusante 8m
9	Lutembue	4.1	34.0	Demolir	2-faixas	9.2	34	Jusante 8m
10	Luambala	4.2	22.0	Demolir	2-faixas	9.2	30	Montante 8m
(Lichinga)								

6. Planificação da Construção

O plano de construção foi proposto para o melhoramento da estrada Mandimba-Lichinga na N13 incluindo os métodos de construção, obtenção do material e o equipamento, o programa de construção de acordo com as condições do local, a escala estrutural e a quantidade do trabalho.

7. Plano de Implementação do Projecto

O plano de implementação do projecto foi proposto com base em alguns impedimentos que afectam a agenda que ilustra abaixo.

- A selecção do consultor para o D/D vai precisar de um procedimento que vai levar quatro meses e a preparação dos documentos precisam no mínimo de seis meses.
- A preparação da avaliação do impacto ambiental e RAP precisará de cerca de 8 a 9 meses e será submetido ao doador 120 dias antes da submissão do relatório de avaliação e acordo de empréstimo do projecto.
- A contratação de empreiteiro vai requerer um procedimento no mínimo de 9 a 10 meses, incluindo a pré-qualificação, o anúncio de concursos de manifestação de interesse, a preparação num limite de 90 dias, a avaliação e a provação das propostas pela ANE e agências doadoras.
- O trabalho de construção e supervisão precisará de cerca de 3 anos (33 meses).

O GOM / ANE está disposta a fazer um pedido a requerer que este projecto como projecto da NEPAD ou componente do Projecto da Estrada Cuamba-Mandimba. O Projecto da NEPAD tem de contribuir para reforçar a integração económica regional, como um projecto multinacional. No entanto, a função da estrada Lichinga-Mandimba não é estrada internacional que liga outros países, mas sim uma estrada essencial para o desenvolvimento regional da província de Niassa.

Pelas razões acima mencionadas, a possibilidade de requer este projecto como projecto da NEPAD não será elevada. Neste caso, o GOM / ANE deve considerar um melhoramento faseado de acordo com as condições das estradas existentes e programa de desenvolvimento regional.

8. Estimativa de Custo do Projecto

Basicamente, o custo unitário de construção para o “Melhoramento de Estrada Nampula-Cuamba” (aqui em diante designada “NCR”) é utilizando para a estimativa devido ao seu alto nível de semelhança entre os dois projectos, como se segue.

- Localização: A Estrada em Projecto é uma extensão de NCR, que passa Cuamba na região nortenha

- Tempo estimado: estimativa de engenharia para NCR foi concluída na sua fase de desenho detalhado em Abril de 2009.

Os resultados da estimativa estão resumidos nas tabelas que se seguem.

Descrição	Final (USD)	
	DBST	
1000	Geral	28,083,346
2000	Drenagem	11,519,383
3000	EW & camadas granulares	66,843,578
4000	AC & revestimentos	14,259,205
5000	Auxiliares	3,578,272
6000	Estruturas	5,797,170
7000	Teste & QC	17,250
8000	Outros	1,997,534
Total (Conta A: Estrada)		132,095,738
Conta B: Trabalho Diurno		1,136,023
Conta C: Questões Sociais		1,241,700
Conta D: Ambiental		330,239
Total (Conta A a D)		134,803,700
Contingências (10%)		13,480,370
IVA (6.8%)		10,083,317
Custo total de construção		158,367,387
Custo de Engenharia (5%)		7,414,204
IVA (6.8%)		504,166
Custo total do projecto		166,285,757
Custo de Compensação		199,391
Custo do Projecto por km		1,121,868

9. Sistema de Manutenção de Estradas

As dez delegações provinciais da ANE são responsáveis pela implementação de todos os trabalhos de manutenção das estradas classificadas. A direcção para manutenção tem um papel muito fundamental em garantir que as delegações nas províncias estejam cientes e que cumpra com todos os requisitos técnicos e operacionais para implementação do plano anual de manutenção; e que estradas de todos os tipos (primárias, secundárias, terciárias, vicinais, pavimentadas e não pavimentadas) estejam mantidas e pavimentadas.

Parte IV Previsão da Demanda de Tráfego e Análise Económica

1. Modelo Existente de Fluxo de Tráfego

A equipe de estudo realizou seguintes inquéritos e pesquisas para reconhecer as características do fluxo de tráfego de cada secção:

- Dados anteriores da ANE sobre o volume de tráfego
- Volume de tráfego e pesquisa OD na margem da estrada em Maio e Agosto de 2009 em três locais em Cuamba, Mandimba e Lichinga na Estrada de Estudo
- Pesquisa OD em quatro fronteiras entre Moçambique, Malawi e Zâmbia
- Inquérito por entrevista com os intervenientes em Moçambique e Malawi

Esta secção é a única rota para a entrega de bens de consumo a Lichinga, que é a capital provincial do Niassa, que é a base para a distribuição para a zona norte. Esta secção pode ser visto como a salvação para a maioria da zona norte. A maioria do movimento social e oficial é a o longo do par OD entre Cuamba e Lichinga

2. Metodologia e Previsão da Demanda do Tráfego

A equipa de estudo aplicou uma ferramenta socio-económica baseada numa estratégia de desenvolvimento de Niassa (PEP) e conceitos de metodologia de previsão como os três diferentes tipos de tráfego.

Volume de Tráfego de Passageiros estimado pelo “Modelo de Gravidade” com indicadores variáveis do potencial da população e a secção de estradas com impedimento desenvolvido pelo número actual de passageiros por cada viagem OD.

Volume do Tráfego Regional é considerado pela divisão de tráfego como atracção e produzido em cada zona. A atracção da viagem é estimada pelo consumo diário de produtos e a viagem é baseada nos produtos agrícolas da província de Niassa.

Volume de Tráfego Internacional pensa-se que tenha começado depois do melhoramento do sistema de estradas. É estimado pelo comércio Malawiano e a capacidade da linha-férrea que se insere no modelo de escolha do corredor chamado Modelo Lodgit.

3. Resultados da Previsão da Demanda do Tráfego

Acumulando os resultados de cada componente, o futuro volume de tráfego para ambas secções será resumida. Para a secção Mandimba-Lichinga, o futuro volume de tráfego em AADT é estimado em cerca de 467 AADT em 2014, 1,732 AADT em 2023 e 6,417 AADT em 2033, no caso “COM”.

A futura AADT para secção entre Mandimba-Lichinga é mais que Mandimba-Cuamba. Porque a comunicação social será mais activa por minibus e carros de passageiros para ligar a capital provincial em Lichinga.

Comparando com o anterior estudo de viabilidade entre Nampula e Cuamba, esta estimativa de volume de tráfico é quase o mesmo nível com a secção anterior.

4. Análises Económicas

A análise económica é conduzida nas seguintes hipóteses:

<i>Instrumento de Análise</i>	: HDM-4 (RED, para a referência compreensiva);
<i>Vida do Projecto</i>	: 20 anos depois do começo do projecto de estrada (2016)
<i>Data do preço</i>	: Outubro 2009;
<i>Taxa de desconto social</i>	: 12%;
<i>Factor de conversão</i>	: Trabalho de construção (0,84), trabalho de manutenção (0,75);
<i>Taxa de câmbio</i>	: USD1 para 28.00 Mt;

Os resultados da análise são como se segue:

Análise de Sensibilidade

Case	Assunções	EIRR
Base	De melhoramento para estrada pavimentada com DBST (custo revisto)	18.1%
1	Redução do volume de tráfico -20%	15.4%
2	Aumento de custo de investimento de +20%	15.6%
3	Combinação do supracitado como o pior caso	13.6%

O projecto alcançou uma média como uma intervenção de melhoramento-para-pavimentada e a sua viabilidade económica é aceitável com uma EIRR superior a 12% de custo de oportunidade entre as alternativas baseando-se neste resultado. O projecto é avaliado como um dos projectos prioritários a ser implementado no país. A importância desta estrada primária e o melhoramento desta estrada para ser transitável em todas as épocas. A Equipa de Estudo concluiu que o projecto de melhoramento da estrada é economicamente viável em termos da economia nacional de Moçambique.

Parte VI Considerações Ambientais e Sociais

1.A Legislação Ambiental e Directrizes Relevantes

O governo de Moçambique publicou leis com uma relevância ambiental. De acordo com a lei sobre AIA, todos os projectos proponentes devem obter uma certificação ambiental de uma organização aprovada que é o Ministério da Coordenação de Acção Ambiental (aqui em diante designada “MICOA”). A legislação ambiental recomenda aos projectos de reabilitação de estradas rurais e sejam classificadas como projectos de “categoria A” que basicamente requer uma AIA. No que concerne ao território Malawiano, a Parte V do Decreto sobre a Gestão Ambiental de 1996 estipula que, “A construção de novas estradas A4.5 assim como o alargamento de uma auto-estrada/estrada rural requer um processo AIA. Por outro lado a construção de instalações de migração não está prescrita na lista de obrigações AIA.

A pesquisa sobre as considerações ambientais e sociais baseia-se nas directrizes da JBIC e JICA indicadas que o impacto ambiental desastroso está fora das expectativas até então. Contudo, algumas questões-chave como reassentamento, corredor de migração dos elefantes e doenças infecciosas foram levantadas, e algumas medidas de migração são recomendáveis pela equipa de estudo.

2.Recomendações Ambientais

A equipa de estudo recomenda o seguinte:

Implementação de Medidas de Mitigação contra Questões-chave;

- No que diz respeito às rotas de migração do elefante Africano na Área de Estudo, letreiros deve ser colocados para alertar os motoristas e residentes e uma educação ambiental deve ser realizada pelo proponente aos funcionários da construção civil e habitantes.
- Em termos de reassentamento, o processo adequado com base na lei de terras, RPF e outras directrizes relevantes devem ser realizado. Especialmente, a discussão suficiente para a negociação na determinação de preços deve ser efectuada com as partes interessadas, porque o GOM não tem uma lista de preços estabelecidos para a compensação das estruturas e activos de momento

Implementação da AIA Apropriado

- Termos de Referência para a AIA que serão preparados pela ANE devem considerar as directrizes pertinentes, como do GOM, JBIC, JICA e do BAD.
- O relatório do estudo será apresentado e incorporado no relatório da AIA que será preparado pela ANE, especialmente a análise de elefantes e previsão de poluição quantitativa na qualidade do ar e poluição sonora

Implementação do Processo Ambiental Adequado durante a Construção

- Processos apropriados com base na lei serão adoptados para o desenvolvimento de pedreiras e câmaras de empréstimos durante a construção. Geralmente, o desenvolvimento do novo local da pedreira levará uma certificação ambiental do MICOA Provincial.

Parte VII Programa de Desenvolvimento Regional

1. Actual Situação e Potencial de Desenvolvimento da Província do Niassa

Niassa tem o potencial de desenvolvimento inerente à agricultura, silvicultura, mineração e turismo. No entanto, as más condições de acesso têm dificultado o desenvolvimento económico da província. Além disso, a sua dimensão territorial, população dispersa e a baixa densidade populacional, têm dificultado a entrega dos serviços sociais básicos à população.

A maioria da população da província é rural e a maioria da população rural é composta por produtores de pequenas escala. Cultivam uma variedade de culturas alimentares, incluindo o milho, mandioca e feijão. As más condições de acesso aumentam os custos de transporte. É difícil para que os pequenos agricultores transportem a sua produção agrícola de carro e vendê-la nos mercados. Como resultado, os pequenos produtores têm de esperar por intermediários para chegar até às suas aldeias, ou eles têm de trazer o produto aos locais próximos de compra, de bicicleta ou a pé. Além disso, a fim de satisfazer as necessidades monetárias, eles têm que vender parte da sua produção alimentar que se destina para o seu próprio consumo familiar.

Alguns pequenos produtores cultivam culturas de rendimento, como o tabaco e algodão. Por outro lado, nos últimos anos, na parte sul da província de Niassa, onde as condições de acesso são relativamente boas, devido à sua ligação ferroviária, alguns pequenos produtores cultivam gergelim para exportação através das actividades das associações agrícolas. No entanto, estes tipos de culturas de rendimento ainda são em escala reduzida e em determinadas áreas.

A agricultura é um sector económico maior e importante, que fornece culturas de alimentos e de rendimentos para a maioria das pessoas na província. Na província do Niassa, há muito espaço para a melhoria da agricultura na produção técnica e comercialização. Além disso, espera-se que a indústria de agro-processamento não só aumente a demanda por produtos agrícolas locais, mas também aumente o emprego não-agrícola.

Na parte norte da província de Niassa, desde 2005, as plantações industriais de árvores têm sido cada vez mais desenvolvidas por investimentos estrangeiros. A colheita de árvores irá começar nessas plantações por volta do ano 2013. A madeira colhida e / ou produtos de madeira localmente processados serão exportados para outras regiões. A curto prazo, dependerão do transporte rodoviário de Lichinga para Cuamba para chegar à linha-férrea em Cuamba. A médio e longo prazo, espera-se que a linha-férrea entre Cuamba e Lichinga poderá ser reabilitada, de modo a transportar a madeira não-transformada ou produtos de madeira processados para Cuamba e ainda mais para Nampula ou Nacala, às vezes para Malawi.

Na província do Niassa, Lago Niassa, zona noroeste e Reserva do Niassa na zona nordeste têm um potencial turístico. Lichinga, capital provincial da província de Niassa, tem uma bonita paisagem das ruas devido à herança colonial Português. Lichinga tem um potencial de desenvolvimento para ser uma base de alojamento

turístico. Tal potencial turístico, incluindo as estâncias turísticas, desportos aquáticos, ecoturismo e caça ainda tem sido pouco explorado.

Soube-se que a área noroeste da província dispõe de recursos minerais, incluindo carvão. No entanto, elevados custos de transporte tem dificultado a exploração e o desenvolvimento dos recursos minerais.

2. Medidas de Desenvolvimento Regional para a Promoção do Efeito Sinérgico do Melhoramento da Estrada Principal e Desenvolvimento Regional.

- (1) O Corredor ao longo da Estrada Principal Cuamba-Mandimba: Parte Sul da Província de Niassa

Agricultura de Pequena Escala e Indústrias de Agro-processamento

O projecto de melhoramento e pavimentação da Estrada Cuamba-Mandimba poderá reduzir os custos de transporte, bem como melhorar o acesso rodoviário ao longo do corredor. Como resultado, o potencial regional para comercializar a agricultura familiar e para expandir a sua produção será reforçado. No entanto, essa melhoria da estrada por si só não pode realizar o reforçado potencial regional e alcançar a comercialização para os pequenos produtores e a expansão da sua produção. Portanto, é necessário ajudar no fortalecimento das suas associações agrícolas e garantir acesso aos canais de mercado para os seus produtos.

O melhoramento e integração da estrada Cuamba-Mandimba com a estrada Nampula-Cuamba, já melhorada, irão substancialmente reduzir os custos de transporte de longa distância usando camiões, o que resultará na redução dos preços de bens importados de outras regiões.

Considera-se que tal comercialização dos pequenos produtores e a expansão da produção agrícola aumentaria o potencial empresarial de indústrias de agro-processamento ao longo do corredor. No entanto, tal, melhoramento da estrada por si só não é suficiente para explorar as oportunidades melhoradas na indústria de agro-processamento. É essencial ajudar não só nos estudos de viabilidade, mas também nos serviços de desenvolvimento empresarial, na prestação de informações e apoio aos sectores privado. Essas medidas ajudariam os sectores privados para realmente investir na área de agro-processamento.

Economia Urbana e Função Logística

O melhoramento integrado de estradas de Corredor de Desenvolvimento de Nacala poderá revitalizar a economia regional ao longo do corredor. Isso poderá promover a expansão geográfica das zonas de captação comercial das cidades de Nampula e Nacala, resultando em aglomeração comercial melhorada.

Do mesmo modo, as cidades do interior, como Cidade de Cuamba e Cidade de Mandimba, poderão expandir as suas zonas de captação comercial e aumentar as demandas para transporte e logística.

Para além do melhoramento da estrada Nampula-Cuamba-Mandimba, o desenvolvimento das estradas vicinais, centros de logística e instalações para

carregamento e descarregamento entre as estradas e linhas-férreas seriam necessárias para tornar o transporte regional mais eficaz e eficiente, aproveitando-se das estradas principais melhoradas e linha-férrea reabilitada de do Corredor de Desenvolvimento de Nacala.

- (2) Periferia do Corredor de Desenvolvimento de Nacala: Parte Centro e Norte da Província de Niassa

Comercialização de Pequena Escala e Melhoramento de Produção

Comercialização de pequenos produtores na periferia de Corredor de Desenvolvimento de Nacala seria incentivada pela melhoria da estrada entre Nampula, Cuamba e Mandimba. Devido à redução dos custos de transporte de longa distância, os agricultores serão capazes de vender os seus produtos agrícolas a preços mais elevados. Uma vez que as actividades económicas no Corredor de Desenvolvimento de Nacala serão revitalizadas com a melhoria das estradas, as populações das cidades de Cuamba e Mandimba irão aumentar. Como resultado, a quantidade de produtos agrícolas a serem comprados pelos intermediários irá aumentar. Actualmente, o apoio à comercialização através da organização das associações de pequenos produtores agrícolas e ligação com as empresas de marketing é feito em poucas aldeias na parte sul da província. A fim de fazer pleno uso das possibilidades reforçadas para a comercialização de pequenos produtores, esse apoio deverá ser expandido para as zonas centrais e norte. Além disso, o apoio técnico agrícola deve ser introduzido para melhorar a sua produção.

Desenvolvimento de Turismo

Se a estrada entre Nampula, Cuamba e Mandimba é melhorada, turistas que visitam a parte sul da província vindo de Malawi ou Nampula através de autocarros ou de carro irá aumentar. Espera-se que Lichinga será desenvolvida como uma base turística conveniente para proporcionar alojamento a turistas, viajando ao longo da rota através de Cuamba e Mandimba. As medidas devem ser tomadas para melhorar a qualidade dos serviços turísticos em hotéis, restaurantes e aluguer de automóveis, bem como a prestação de informações turísticas na cidade de Lichinga. Além disso, os esforços devem ser feitos para atrair turistas para fazer viagens de Lichinga a pontos turísticos próximos, como Lago Niassa e áreas de conservação da natureza.

A fim de desenvolver plenamente o turismo na província do Niassa, de tal forma que mais turistas nacionais e internacionais visitem Lago Niassa e / ou Reserva do Niassa como destino turístico popular, as boas condições de acesso devem ser asseguradas com a estrada melhorada de Mandimba-Lichinga. Em combinação com a melhoria das estradas, é necessário fazer a cidade de Lichinga um centro turístico atraente, proporcionando instalações viradas para o turismo, tais como; centros de informação turística, museus e letreiros. É também necessário começar a desenvolver a capacidade das indústrias locais de turismo, oferecendo programas de treinamento. Mais alojamentos turísticos e atracções devem ser desenvolvidas no Lago Niassa e na Reserva do Niassa. Para facilitar o desenvolvimento do turismo a nível provincial e para promover o turismo na província do Niassa, recomenda-se também o estabelecimento de um conselho local de turismo envolvendo o governo

e o sector privado.

Desenvolvimento da Industria de Processamento de Madeira

Melhoramento da Estrada Lichinga-Mandimba é essencial para promover o desenvolvimento industrial, tais como indústrias de transformação de madeira, na parte centro e norte da província de Niassa. O melhoramento da estrada irá em grande medida contribuir para a redução dos custos de transporte de longa distância com recursos a camiões e, além disso, a redução do preço das mercadorias importadas, tais como peças sobressalentes e combustíveis. Isto poderá resultar numa melhoria das condições básicas para atrair indústrias.

Para a promoção efectiva das indústrias de transformação de madeira, deve-se providenciar serviços de desenvolvimento de negócios aos investidores estrangeiros e empresas. Além disso, é também necessário o desenvolvimento de pequenas e médias empresas (PME), de processamento de madeira para geração local de emprego.

Desenvolvimento de Recursos Minerais

O melhoramento da Estrada Lichinga-Mandimba é essencial para levar a cabo o desenvolvimento dos recursos minerais na região noroeste da província. Juntamente com o melhoramento de estrada, levantamentos geológicos e pesquisa são importantes para fornecer informações sobre a disponibilidade de recursos minerais com vista a promover o investimento privado na exploração mineral e, além disso, aproveitamento mineral. A longo prazo, é altamente esperado a reabilitação da linha-férrea de Lichinga-Cuamba para o transporte de recursos minerais explorados em Cuamba, Nampula e Nacala.

Para além das supracitadas medidas de desenvolvimento económico, o melhoramento dos serviços sociais, tais como abastecimento de água, educação e saúde, bem como o melhoramento das estradas locais são muito importantes para o desenvolvimento regional nas regiões centro e norte da província de Niassa. Na política de descentralização de Moçambique, os orçamentos para o desenvolvimento são alocados aos governos distritais, e que devem desempenhar um papel preponderante na planificação e implementação do desenvolvimento local. Porém, a sua capacidade é limitada. Para melhorar a infra-estrutura e serviços sociais, são necessários programas de assistência para o desenvolvimento das capacidades dos governos distritais.

**O Estudo Preparatório
sobre
Plano de Melhoramento da Estrada
no Corredor de Desenvolvimento de Nacala
(N13: Cuamba-Mandimba-Lichinga)**

Esboço do Relatório Final

Índice

Texto Principal

**Volume 2 Secção Mandimba-Lichinga
Parte III Desenho Preliminar de Engenharia
Parte IV Estudo de Viabilidade Económica**

Mapa de Localização do Projecto
Estruturação do Projecto
Resumo do Projecto
Índice
Lista de Figuras
Lista de Tabelas
Abreviações

Parte III Desenho Preliminar de Engenharia.....	1
Capítulo 1: Inventariação para a Estrada em Estudy	1
1.1 Observação Geral.....	1
1.2 Condições Existentes da Estrada	1
1.3 Condições Existentes das Pontes	6
Capítulo 2: Pesquisa sobre as Condições Naturais para a Estrada em Estudo	11
2.1 Condições Naturais	11
2.2 Pesquisa Topográfica	16
2.3 Pesquisa Geológica	18
2.4 Pesquisa de Solo e Material	19
Capítulo 3: Hidrologia e Análise Hidrológica.....	26
3.1 Análise Hidrológica	26
3.2 Hidrologia de Inundação.....	27
3.3 Descarga de Desenho.....	30
3.4 Estimativa do Nível de Cheia para as Pontes.....	31
Capítulo 4: Padrões de Desenho Aplicáveis.....	33
4.1 Geral.....	33
4.2 Padrões de Desenho Aplicáveis para o Desenho da Estrada.....	33
4.3 Padrões de Desenho Aplicáveis para Pontes e Aquedutos.....	43
Capítulo 5 Desenho Preliminar de Engenharia.....	47

5.1	Introdução	47
5.2	Examinação das Rotas Alternativas Concebíveis e Desenho de Pavimento....	47
5.3	Desenho Hidráulico	62
5.4	Estruturas Incidentais de Estrada	65
5.5	Desenho de Ponte.....	67
	Capítulo 6: Planeamento de Construção.....	81
6.1	Introdução	81
6.2	Trabalhos na Fase de Pré-Construção	81
6.3	Plano de Construção para o Projecto	82
6.4	Teor das Obras de Construção	88
6.5	Programa de Construção	88
6.6	Aplicabilidade do Método de Construção com vista a Redução de Custos....	91
	Capítulo 7: Plano de Implementação do Projecto.....	94
7.1	Introdução	94
7.2	Requisitos para o Plano de Implementação	94
7.3	Plano de Implementação do Projecto.....	97
	Capítulo 8: Estimativa de Custo do Projecto.....	103
8.1	Introdução	103
8.2	Metodologia da Estimativa	103
8.3	Determinação de Custo por Unidade de Construção	105
8.4	Custo das Obras não relacionadas com a Construção.....	107
8.5	Resultado da Estimativa.....	108
	Capítulo 9: Sistemas de Manutenção da Estrada.....	110
9.1	Introdução	110
9.2	Sistemas Existentes de Manutenção da Estrada.....	110
9.3	Actividades de Manutenção de Estrada	111
9.4	Realizar um Sistema Eficaz de Manutenção de Estrada.....	113
	Parte IV Estudo de Viabilidade Económica.....	114
	Capítulo 1: Modelo do Fluxo de Tráfego Existente.....	114
1.1	Introdução	114
1.2	Dados Anteriores do Tráfego Contados pela ANE	114
1.3	Estatísticas do Tráfego na Província do Niassa	118
1.4	Pesquisa do Tráfego	126
1.5	Pesquisas de Entrevistas	140
1.6	Resumo do modelo ao fluxo de transito existente	146
	Capítulo 2 Previsão da Demanda Tráfego	148
2.1	Antecedentes Macroeconómicos.....	148
2.2	Métodos de Previsão	155
2.3	Previsão da Demanda do Tráfego	159
2.4	Resultados da Previsão do Tráfego	171
	Capítulo 3 Análise Económica e Financeira	174
3.1	Introdução	174
3.2	Metodologia	174
3.3	Pressupostos Básicos para a Análise.....	174
3.4	Principais Componentes da Análise Económica.....	177
3.5	Resultado da Análise.....	185
3.6	Análise Financeira para o Projecto	188
3.7	Conclusões e Recomendações	192

Apêndices

Apêndices -A Inventário da drenagem

Apêndices -B Tempo

Apêndices -C Resultados de CBR

Apêndices -D Coordenada de ponto de referência

Apêndices -E Análise mecanicista

Apêndices -F Volume da descarga

Apêndices -G Plano de drenagem

Apêndices -H Estimativa de custo

Apêndices -I Pesquisa do tráfego

Apêndices -J Previsão da demanda tráfego

Apêndices -K Coordenada de faixa central

Lista de Figuras

Parte III Desenho Preliminar de Engenharia

Figura 1.1.1 Estrutura da Estrada em Estudo.....	1
Figura 2.1.1 Mapa do Local da Área do Estudo	11
Figura 2.1.2 Secção Topográfica da Área do Estudo.....	12
Figura 2.1.3 Temperatura e precipitação em Cuamba	12
Figura 2.1.4 Temperatura e precipitação em Lichinga.....	13
Figura 2.1.5 Mapa Geológico da Área em Estudo.....	14
Figura 2.1.6 O Mapa da Distribuição de Terramoto (1963-2007):	15
Figura 2.1.7 Mapa mostrando a Perigosidade da Erosão.....	16
Figura 2.3.1 Local de Pontos de Perfuração Mecânica.....	19
Figura 2.4.1 Local de câmara de empréstimo	21
Figura 2.4.2 Local de pedreiras.....	23
Figura 3.1.1 Principais Bacias Hidrográficas Relacionadas com a Estrada em Estudo	26
Figura 4.2.1 Taxas de Sobrelevação das Normas da SATCC	36
Figura 4.2.2 Taxas de Sobrelevação das Normas da SANRAL (Para Áreas Urbanas)	36
Figura 4.2.3 Perfil Transversal Típico Proposto (para Áreas Não Povoadas)	39
Figura 4.2.4 Perfil Transversal Típico Proposto (para Áreas Povoadas).....	40
Figura 4.2.5 Perfil Transversal Típico Proposto (Mandimba-sede).....	40
Figura 4.2.6 Risco de Ferimento devido à Queda.....	43
Figura 4.3.1 Perfil Transversal da Ponte.....	44
Figura 5.2.1 Conceito da Área de Construção (e.g. Cemitério).....	49
Figura 5.2.2 Procedimento da Rota Preferível e Desenho	49
Figura 5.2.3 Rota de Comparação para Secção - Section-1 (k.p.81+150 – k.p.82+800)	52
Figura 5.2.4 Rota de Comparação para Secção - Section-2 (k.p.145+750 – k.p.147+500) ..	53
Figura 5.2.5 Imagem melhorada do alinhamento vertical	54
Figura 5.2.6 Transversal Típico Assumido	59
Figura 5.3.1 Vala Revestida de Betão Proposta para Secções de Corte.....	65
Figura 5.4.1 Corte Transversal Proposto para Secções Ascensionais.....	66
Figura 6.3.1 Estrutura de Amostra na Secção Rural	84
Figura 6.3.2 Processo de Construção numa Unidade de Construção	84
Figura 6.3.3 Amostra numa Secção de Povoados.....	84
Figura 6.3.4 Procedimento para a Construção da Super estrutura (Viga RC-I).....	86
Figura 6.3.5 Procedimento para a Construção da Subestrutura & Fundação	87
Figura 6.6.1 Desenho de Amostra de Método de Reciclagem de base no local usando superfície e base existente.....	92
Figura 6.6.2 Desenho de Amostra de Método de Reciclagem de base no local usando a base existente	92
Figura 7.3.1 Actividades do Desenho Detalhado Proposto e Pesquisa Adicional (L=148km)	98
Figura 7.3.2 Programa Proposto de Implementação para Estrada Mandimba-Lichinga (1).....	99
Figura 7.3.3 Programa Proposto de Implementação para a Estrada Mandimba-Lichinga (2)	102
Figura 8.4.1 Relação entre o Custo (2000 – 8000) & Custo Geral.....	107

Parte IV Estudo de Viabilidade Económica

Figura 1.2.1 Mapa de Ligação Rodoviária na Província do Niassa.....	115
Figura 1.2.2 Taxa de Veículos Largos no Sul de Lichinga (T1068).....	116
Figura 1.2.3 Volume de Tráfego em cada Corredor.....	116
Figura 1.2.4 Variação Semanal do Volume do Tráfego.....	117
Figura 1.2.5 Variação Mensal do Volume do Tráfego (T1067, 2004).....	117
Figura 1.2.6 Taxa Mensal de Veículos Largos	117
Figura 1.3.1 Estado da Rede de Estradas para cada Classificação na Província	118
Figura 1.3.2 Taxa de Comprimento das Estradas Primárias em cada Província.....	119
Figura 1.3.3 Densidade Rodoviária em cada Província.....	120
Figura 1.3.4 Condições do Pavimento em cada Província.....	120
Figura 1.3.5 Veículos-km em cada Província	121
Figura 1.3.6 Movimento de Veículos em cada Província	122
Figura 1.3.7 Registo de Veículos por cada Província	124
Figura 1.3.8 Tendência da Subida de Posse de Carros na Província do Niassa.....	125
Figura 1.3.9 Registo de Acidentes de Viação na Província do Niassa.....	125
Figura 1.4.1 Pontos de Pesquisa do Tráfego	127
Figura 1.4.2 Foto da Pesquisa do Tráfego.....	129
Figura 1.4.3 Zona de Origem e Destino e Número de Código da Zona	130
Figura 1.4.4 Volume de Tráfego por Tipo de Viatura	132
Figura 1.4.5 Variação Diária dos Carros de Passageiros, Autocarros e Camiões	132
Figura 1.4.6 Taxa de Veículos Largos	132
Figura 1.4.7 Motociclos e Bicicletas na Estrada de Estudo	133
Figura 1.4.8 Taxa de Tráfego nas principais Origens e Destinos.....	134
Figura 1.4.9 Número de Viaturas entre as Principais Origens e Destinos	134
Figura 1.4.10 Tempo de Viagem entre os Principais pontos de Origem e de Destino (Unidade: hora)	135
Figura 1.4.11 Objectivo da Viagem	135
Figura 1.4.12 Frequência de Viagens.....	136
Figura 1.4.13 Taxa de Mercadorias Carregadas.....	137
Figura 1.4.14 Taxa de Camiões Carregados em cada secção.....	137
Figura 1.4.15 Principais Mercadorias Transportadas.....	138
Figura 1.4.16 Diagrama da Linha de Desejo de Viagem	139
Figura 1.5.1 Variação de Preços dos Bens de Consumo Diário na NH13	141
Figura 1.5.2 Foto de Minibus e Camião	142
Figura 1.5.3 Custo de Transporte de Nacala à Lichinga	146
Figura 2.1.1 População em cada Província.....	148
Figura 2.1.2 População de Cada Cidade na Área de Estudo.....	149
Figura 2.1.3 Estimativa População	150
Figura 2.1.4 Estimativa do PIB.....	151
Figura 2.1.5 Produtos Agrícolas no PEP.....	152
Figura 2.1.6 Produtos Agrícolas Estimados	153
Figura 2.1.7 Estimativa Floresta	153
Figura 2.1.8 Estimativa de Turismo.....	154
Figura 2.3.1 Processo de Previsão da Demanda do Tráfego.....	159
Figura 2.3.2 Equação do Modelo de Gravidade	160
Figura 2.3.3 Número Estimado de Passageiros da Minibus	160
Figura 2.3.4 Estimativa do Tráfego de Minibus <Resultados>	161
Figura 2.3.5 o modelode viagem par OD no caso de carros de passageiros.....	162
Figura 2.3.6 Estimativa do Tráfego de Passageiro <Resultados>.....	162
Figura 2.3.7 Conceito de Atracção de Viagem.....	163

Figura 2.3.8 Actual Potencial para a Geração de Viagem.....	164
Figura 2.3.9 Actual Padrão de Viagem por Atracção.....	165
Figura 2.3.10 Estimativas de Atracção de Tráfego de Mercadorias Regionais Mercadorias <Resultados>	166
Figura 2.3.11 Padrão de viagem para o Tráfego de Mercadorias Regionais	167
Figura 2.3.12 Estimativa de Geração de Tráfego de Mercadorias Regionais <Resultados>	167
Figura 2.3.13 Rede Internacional e Possível Rota para o Comércio de Malawi	168
Figura 2.3.14 Processo de Estimativa para o Transporte de Mercadorias Internacionais.	168
Figura 2.3.15 Futuro Comercio Malawiano Estimado.....	169
Figura 2.3.16 Quota da Percentagem do Rendimento Fronteiriço.....	169
Figura 2.3.17 Tráfego Desviado para o Transporte de Mercadorias Internacionais <Resultados>	171
Figura 2.4.1 Volume do Tráfego Estimado em Cada Secção.....	172
Figura 2.4.2 Volume do Tráfego de Bicicletas Estimado em Cada Secção	173
Figura 3.6.1 Verba Orçamental do Governo (2005-2010)	190
Figura 3.7.1 Resumo da EIRR	193

Lista de Tabelas

Parte III Desenho Preliminar de Engenharia

Tabela 1.2.1 N13 Projecto de Melhoramento Pontual Financiado pela SIDA	2
Tabela 1.2.2 Número e Intervalo das Estruturas Transversais	3
Tabela 1.2.3 Resumo das Instalações a Considerar entre Mandimba e Lichinga	3
Tabela 1.2.4 Pontos Negros e Causas de Acidente	4
Tabela 1.3.1 Resultados do Estudo sobre as Pontes	8
Tabela 2.3.1 Local e Resumo da Pesquisa de Perfuração Mecânica.....	19
Tabela 2.4.1 As Qualidades Recomendáveis de Materiais baseado no SATCC	21
Tabela 2.4.2 Resultados dos Testes de Material de Câmara de Empréstimo para Mandimba- Lichinga	22
Tabela 2.4.3 Valores Aceitáveis para a Qualidade da Brita	24
Tabela 2.4.4 Valores Mínimos de 10% FACT.....	24
Tabela 2.4.5 Resultados da Pesquisa de Local de Pedreira.....	24
Tabela 3.1.1 Dados Pluviais Disponibilizados.....	27
Tabela 3.1.2 Precipitação Diária Desenhada para Cada Uma das Estações Pluviais.....	27
Tabela 3.2.1 Limite dos Métodos para Cálculo de Inundação	27
Tabela 3.3.1 Resumo das Características das Bacias Hidrográficas	30
Tabela 3.3.2 Resultados dos Cálculos sobre Descarga de Desenho para Cada Ponte	31
Tabela 3.4.1 Altura do Tabuleiro da Ponte e Nível de Água Apurados na Investigação Local	31
Tabela 3.4.2 Nível de Cheia Sugerido para 50 anos e 100 anos de Período de Retorno	32
Tabela 4.2.1 Orientações para a Selecção de Vida de Desenho de Pavimento	41
Tabela 4.2.2 VEF por Categoria de Veículo e Ponto de Pesquisa.....	42
Tabela 4.3.1 Período de Retorno Desenhado para Estrutura Transversal por Descarga de Desenho.....	46
Tabela 4.3.2 Desobstrução da Inundação para o Desenho da Ponte	46
Tabela 5.2.1 Pontes Mantidas na Estrada em Estudo.....	48
Tabela 5.2.2 Velocidade de Desenho Recomendável.....	50
Tabela 5.2.3 Critério e Pontuação para Avaliação das Alternativas	51
Tabela 5.2.4 Tabela de Comparação para Secção -1 (k.p.81+150 – k.p.82+800).....	52
Tabela 5.2.5 Tabela de Comparação para Secção -2 (k.p.145+750 – k.p.147+500).....	53
Tabela 5.2.6 Magnitude de Melhoramento e Efeitos (Mandimba-Lichinga).....	54
Tabela 5.2.7 Definições de Categorias de Estrada.....	55
Tabela 5.2.8 Desenho de Valor ESA para a Secção Mandimba-Lichinga	57
Tabela 5.2.9 Classes de Tráfego segundo Manual de SATCC.....	57
Tabela 5.2.10 Resultados de Teste de Material para a Reutilização (0-30cm)	58
Tabela 5.2.11 Classes de Sub-grau.....	58
Tabela 5.2.12 Classe de Sub-grau para a Estrada em Estudo (Mandimba-Lichinga).....	59
Tabela 5.2.13 Comparação de Tipos de Pavimento (Classe de Tráfego: T6, Classe de Sub- grau: S3*).....	61
Tabela 5.2.14 Análise Económica para a Selecção do Tipo de Pavimento.....	61
Tabela 5.2.15 Composições Recomendáveis baseadas na Análise Mecanicista.....	62
Tabela 5.2.16 Resumo da Capacidade do Pavimento	62
Tabela 5.3.1 Velocidade de Força Erosiva para Vários Materiais.....	64
Tabela 5.3.2 grau Máximo Permissível para a Vala com Terra de um Lado.....	65
Tabela 5.5.1 Selecção das Melhores Alternativas	68

Tabela 5.5.2 Novas Pontes a serem Desenhadas.....	68
Tabela 5.5.3 Elevação de um Novo Convém da Ponte	69
Tabela 5.5.4 Tipo de Viga	70
Tabela 5.5.5 Comprimento e Arco da Ponte	71
Tabela 5.5.6 Tipo de Pilar	72
Tabela 5.5.7 Elevação de Camada de Porte	73
Tabela 6.3.1 Breve Informação sobre Fundação em Pilha.....	86
Tabela 6.4.1 Itens de Trabalho & Quantidades	88
Tabela 6.5.1 Taxa Líquida de Trabalho.....	89
Tabela 6.5.2 Programa de Construção	90
Tabela 7.2.1 Projectos Financiados no Norte de Moçambique.....	95
Tabela 7.3.1 Prioridade para Melhoramento Faseado.....	101
Tabela 8.2.1 Custo de Transporte.....	104
Tabela 8.3.1 Unidade de Custo de Construção para Estrada	106
Tabela 8.3.2 Custo Unitário de Construção para a Ponte	106
Tabela 8.5.1 Custo Total do Projecto	109
Tabela 8.5.2 Custo de Construção da Ponte.....	109

Parte IV Estudo de Viabilidade Económica

Tabela 1.2.1 Lista das Ligações Rodoviárias de Lichinga à Cuamba.....	115
Tabela 1.2.2 AADT entre Cuamba e Lichinga de 2002-2007.....	116
Tabela 1.3.1 Quantidade de Transporte de Carga e Passageiro em 2006.....	122
Tabela 1.3.2 Registo de Mini-buses na Província do Niassa	123
Tabela 1.3.3 Posse de Carros em cada Província.....	124
Tabela 1.3.4 Registo de Acidentes de Viação na Estrada Nacional No.13 (2008).....	126
Tabela 1.4.1 Localização da Pesquisa.....	126
Tabela 1.4.2 Conteúdos da Pesquisa da Contagem do Tráfego	127
Tabela 1.4.3 Tipos de Veículos.....	128
Tabela 1.4.4 Conteúdos da Pesquisa Origem -Destino	128
Tabela 1.4.5 Resultados do Volume do Tráfego incluindo Carros de Passageiros, Autocarros e Camiões	131
Tabela 1.4.6 Resultado do Volume de Tráfego para Bicicletas e Motorizadas (em Maio)	131
Tabela 1.4.7 Número Médio de Passageiros	134
Tabela 1.4.8 Média de Tonelagem de Mercadorias Transportadas	137
Tabela 1.5.1 Lista dos Entrevistados.....	140
Tabela 1.5.2 Movimento de Bens para Culturas de Rendimento.....	143
Tabela 1.5.3 Movimentos de Mercadorias para Culturas de Rendimento	144
Tabela 1.5.4 Movimento de Bens de Consumo Diário	145
Tabela 1.6.1 Características do Modelo de Viagem para cada Secção	147
Tabela 2.1.1 Cenário de Crescimento no PEP	150
Tabela 2.1.2 Quota Assumida para a Produção Florestal.....	154
Tabela 2.1.3 Resumo das Hipóteses Macroeconómicas	155
Tabela 2.2.1 Perfil dos Estudos de Viabilidade.....	155
Tabela 2.2.2 Cenário para a Previsão da Demanda do Tráfego	158
Tabela 2.3.1 Resultados do Modelo de Estimação	161
Tabela 2.3.2 Taxa de Consumo Unitário Aplicada.....	166
Tabela 2.3.3 Quota da Percentagem da Escolha para o Transporte Rodoviário (base da tonelagem).....	170
Tabela 2.3.4 Probabilidade de Escolha da Rota após o Melhoramento no Corredor de Nacala	170

Tabela 2.4.1 Comparação deste Estudo e o Anterior	172
Tabela 3.3.1 Assunções para o Factor de Conversão para Custo Económico.....	176
Tabela 3.3.2 Factores de Conversão para as Obras.....	177
Tabela 3.4.1 Casos Alternativos para “Com” e “Sem”	178
Tabela 3.4.2 Principais elementos ao Modelo HDM-4.....	180
Tabela 3.4.3 Custo de Investimento para a Comparação de Pavimentação (Custo Financeiro)	184
Tabela 3.4.4 Custo Anual de Operação e Manutenção Periódica e de Rotina	184
Tabela 3.5.1 Resultado da Análise Económico para a Opção de Pavimento	185
Tabela 3.5.2 Efeitos Económicos Globais sobre a Rede Rodoviária.....	186
Tabela 3.5.3 Resultado da Análise de Sensibilidade (EIRR)	186
Tabela 3.5.4 Elasticidade da Mudança do Preço de Óleo ao Custo de Construção	187
Tabela 3.5.5 Mudança de Valores para opção DBST.....	187
Tabela 3.5.6 Comparação com a Análise Histórica de RED.....	188
Tabela 3.6.1 Verba Orçamental para o Plano de Gestão de Pontes e Estradas (PRISE 2009 - 2011)	190
Tabela 3.6.2 PRISE (2009-2011):Projeto para melhoramento e reabilitação	191
Tabela 3.6.3 Manutenção de Estradas Não-pavimentadas na Província de Niassa	192

Abreviaturas e Acrónimos

AADT	Annual Average Daily Traffic - Tráfego Médio Diário Anual			- Mercado Comum para a África Oriental e Austral
AAE	Avaliação Ambiental Estratégica	DA		Direcção de Administração
ACE	Autoridade Competente de Estradas	DANIDA		Agência Dinamarquesa de Desenvolvimento Internacional
ACV	Aggregate Crushed Value - Valor de Agregado Britado	DCP		Dynamic Cone Penetration - Penetrômetro Dinâmico de Cone
ADT	Average Daily Traffic - Tráfego Médio Diário	DIMAN		Direcção de Manutenção
AIA	Avaliação do Impacto Ambiental	DIPRO		Direcção de Projectos
AID	Associação Internacional para o Desenvolvimento	DNEP		Direcção Nacional das Estradas e Pontes
ANE	Administração Nacional de Estradas	DPANE		Delegação Provincial da ANE
ASDI	Agência Sueca de Cooperação para o Desenvolvimento Internacional	DPOPH		Direcção Provincial das Obras Públicas e Habitação
BAD	Banco Africano para o Desenvolvimento	DST		Doença Sexualmente Transmitida
BM	Banco Mundial	EAC		East African Community - Comunidade da África Oriental
BOO	Build Own Operate	EIRR		Economic Internal Rate of Return - Taxa Interna Económica de Retorno
BOOT	Build Own Operate and Transfer	FDD		Full Due Diligence
BOT	Build Operate Transfer	FE		Fundo de Estradas
CBR	California Bearing Ratio - Índice de Suporte Califórnia	FIP		Ficha de Informação Preliminar
CDN	Corredor de Desenvolvimento do Norte	FPU		Fronteira de Paragem Única
CFM	Portos e Caminhos de Ferro de Moçambique	GAT		Gabinete de Assuntos Transversais
CFMP	Cenário Fiscal de Médio Prazo	GED		Gabinete de Estudos Estratégicos e Desenvolvimento
CLUSA	Cooperative League of the U.S.A. - Liga Cooperativa dos Estados Unidos da América	GOJ		Government of Japan - Governo do Japão
COI	Corridor of Impact	GOM		Government of the Republic of Mozambique
COMESA	Common Market for Eastern and Southern Africa			- Governo da República de Moçambique

GPS	Global Positioning System		Habitação
	- Sistema de Posicionamento Global	MPD	Ministério de Planificação e Desenvolvimento
H.W.L	High Water Level		
	- Nível Máximo de Água	MTC	Ministério dos Transportes e Comunicações
HDM-4	Highway Design and Maintenance Standards Model	NCB	National Competitive Bidding
	- Modelo-Padrão de Projecto e Manutenção de Estradas	NEPAD	- Concurso Nacional New Partnership for Africa's Development
HIV/SIDA	Vírus de Imunodeficiência Humana /Síndrome de Imunodeficiência Adquirida		- Nova Parceria para o Desenvolvimento da África
ICB	International Competitive Bidding	NORAD	Administração Norueguesa para o Desenvolvimento Internacional
	- Concurso Público Internacional		
IND	Instituto Nacional de Desminagem	OD	Origem e Destino
INE	Instituto Nacional de Estatística	ONG	Organização Não Governamental
IRI	International Roughness Index	PAP	Pessoa(s) Afectada(s) pelo Projecto
	- Índice de Irregularidade Internacional	PARPA	Plano de Acção para a Redução da Pobreza Absoluta
JBIC	Japan Bank for International Cooperation	PCA	Planos de Contingências de Acidentes
	- Banco Japonês de Cooperação Internacional	PEP	Plano Estratégico Provincial
		PES	Plano Económico e Social
JICA	Japan International Cooperation Agency	PGA	Plano de Gestão Ambiental
	- Agência Japonesa de Cooperação Internacional	PIB	Produto Interno Bruto
		PMEs	Pequenas e Médias Empresas
		PPP	Parceria Público-Privado
KfW	Banco Alemão de Reconstrução	PRISE	Programa Integrado do Sector de Estradas
MASL	Meter Above Sea level		
	-Metros Acima do Nível do Mar	RAP	Resettlement Action Plan
MCA	Multi Criteria Analysis		- Plano de Acção para o Reassentamento
	- Análise Multi Critérios		
MCC	Millennium Challenge Corporation	RECs	Regional Economic Communities
MIC	Ministério da Indústria e Comércio		- Comunidades Económicas Regionais
MICOA	Ministério para Coordenação da Acção Ambiental	RED	Roads Economic Decision Model
MINAG	Ministério da Agricultura		- Modelo de Decisão Económica de Estradas
MOPH	Ministério das Obras Públicas e		

RMF	Regional Maximum Flood - Cheia Máxima Regional	UA UE	União Africana União Europeia
ROW	Right of Way - Direito de Passagem	UICN	União Internacional para a Conservação da Natureza
RPF	Resettlement Policy Framework - Quadro de Política para o Reassentamento	USAID VAL	Agência dos Estados Unidos para o Desenvolvimento Internacional Valor Actual Líquido
RSS	Road Sector Strategy 2007-2011 - Estratégia do Sector de Estradas 2007-2011	VEF VOC	Vehicle Equivalent Factor - Factor de Equivalência de Veículo Vehicle Operation Cost
SADC	Southern African Development Community - Comunidade de Desenvolvimento da África Austral		- Custo de Operação de Veículo
SATCC	Southern Africa Transport and Communications Commission - Comissão de Transportes e Comunicações da África Austral		
SAWPB	Semi-Annual Work Plan and Budget		
SDI	Spatial Development Initiatives - Iniciativas do Desenvolvimento Espacial		
SISTAFE	Sistema de Administração Financeira do Estado		
SMP	Strategic Maintenance Plan - Plano de Manutenção Estratégico		
SPT	Standard Penetration Test - Ensaio de Penetração Dinâmica		
SWOT	Strength, Opportunity, Weakness and Threat - Forças, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças		
TIR	Taxa Interna de Retorno		
TMH	Technical Measures for Highways - Medidas Técnicas para Estradas		
TOR	Terms of Reference - Termos de Referência		

PARTE III

DESENHO PRELIMINAR DE ENGENHARIA

Parte III Desenho Preliminar de Engenharia

Capítulo 1: Inventariação para a Estrada em Estudo

1.1 Observação Geral

Conforme ilustra a Figura 1.1.1, a Estrada em Estudo, com um comprimento total de aproximadamente 148km, atravessa três distritos com alto potencial agrícola, a saber, Mandimba, Ngauma e Lichinga na Província do Niassa. A estrada Mandimba-Lichinga é parte do Corredor de Pemba. Corredor de Pemba é corredor importante em Moçambique para realização da política do PARPA e RSS.

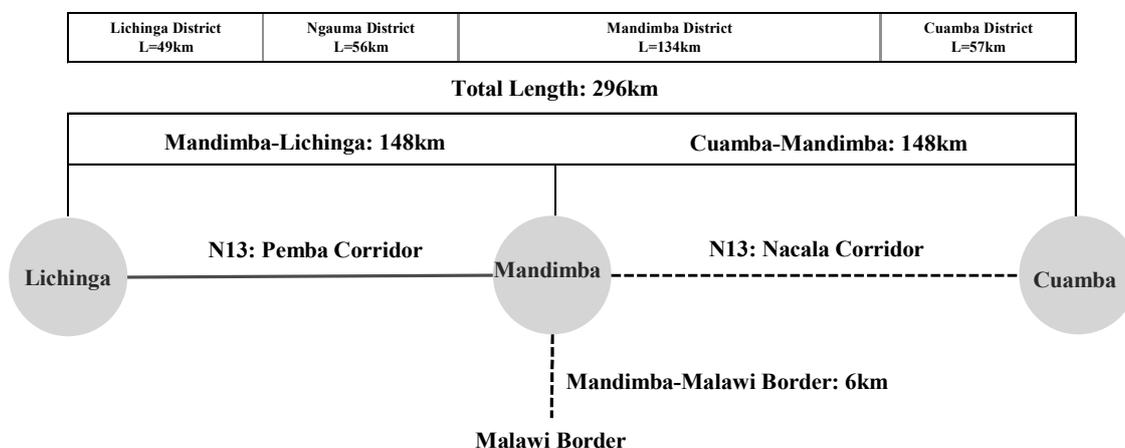


Figura 1.1.1 Estrutura da Estrada em Estudo

O sistema de referenciamento para a Estrada em Estudo usado neste relatório é baseado no seguinte:

Secção de Mandimba-Lichinga

- Aumento de encadeamento de Mandimba em direcção a Lichinga e começa de 0+000.
- O ponto de partida da Estrada em Estudo situa no entroncamento de N13/ estrada Fronteira de Mandimba-Malawi em Mandimba.
- O ponto final situa no entroncamento de N13/ N14 na cidade de Lichinga.

1.2 Condições Existentes da Estrada

1.2.1 Metodologia para a Inventariação

Uma pesquisa de inventário da estrada foi realizada para avaliar as actuais condições da Estrada em Estudo e determinar os conceitos de melhoramento. A pesquisa de inventário da estrada incluiu:

- *Avaliação da Condição da Estrada*: terreno, geometria, tipo de superfície da

estrada e condições.

- **Avaliação da Condição de Drenagem:** tipo de aqueduto, tamanho, número de célula, comprimento, condições e direcção de fluxo de materiais.

- **Características da Estrada e Móveis:** cruzamentos planos, entroncamentos maiores e menores, povoados, as aldeias e sinais de estrada, paragens de semi-colectivo.

- **Avaliação de Postos de Controlo:** cemitérios, instalações religiosas, árvores sagradas, instalações históricas, escolas, os hospitais e poços de água.

Os resultados da pesquisa de inventário são apresentados no seguinte sub-capítulo.

1.2.2 Condições Existentes da Estrada por Secção

Esta secção também atravessa muitas pequenas aldeias. A estrada pode amplamente ser dividida em dois terrenos (0 a 90km: Terreno rolante, 90 a 148km: Ondulado com alguns terrenos Montanhosos), e repete um cenário de cima para baixo, a altitude inicia a 760 MASL e atinge até quase 1.400 MASL em Lichinga. O existente alinhamento horizontal e alinhamento vertical geralmente seguem a crista da bacia hidrográfica e o terreno natural, respectivamente. Doravante, tanto, o alinhamento horizontal assim como o alinhamento vertical em algumas secções não obedece o padrão normal. Eles não permitem a visibilidade adequada. Isto porque, não existe grandes cortes e enchimento, e o alinhamento existente segue o declive do terreno natural.

A estrada existente estava em razoáveis a fracas condições durante a estação seca e torna-se intransitável durante a estação chuvosa devido a interacção entre a fraca drenagem e solos vulneráveis à erosão. Para esta situação, a ANE realizou um trabalho pontual de melhoramento que consiste no revestimento de solo com areia e a reabilitação da drenagem, de 2007 a 2008 em seguintes secções identificadas como secções críticas pela ANE.

Tabela 1.2.1 N13 Projecto de Melhoramento Pontual Financiado pela SIDA

Início	Fim	Comprimento	Início	Fim	Comprimento
0+000	38+183	38,183	91+631	92+300	669
42+749	43+752	1,003	100+236	103+763	3,527
51+808	52+807	999	113+567	115+379	1,812
59+707	60+706	999	128+229	129+665	1,436
61+927	62+928	1,001	133+421	133+497	76
79+980	82+435	2,455	146+422	147+282	860
85+468	86+478	1,010	Total		54,030

A estrada tem uma largura selada de 5,5m a 6,5m nestas secções. A largura da estrada das outras secções varia entre 7,0m e acima de 10m com uma superfície de terra batida. No entanto, o trabalho de reorganização não foi incluído no projecto acima citado. Assim, mesmo agora, a elevação da estrada existente está mais baixa que o terreno adjacente. Como consequência, em muitas secções, a água é confinada na estrada depois das chuvas e causa concentração de água de

escoamento e erosão na faixa de rodagem.

As existentes drenagens transversais mostradas no Apêndice são colocadas em intervalos razoáveis dependendo do terreno e a área da bacia hidrográfica, como se segue:

Tabela 1.2.2 Número e Intervalo das Estruturas Transversais

Secção	Nº de Tubagem e Aqueduto	Nº da Ponte	Intervalo Médio	Solo
0-90km	70	11	1.1km	Rolante
90-148km	48	0	1.2km	Montanhoso

Os aquedutos existentes e as suas entradas e saídas são geralmente numa boa condição. Contudo a largura entre as partes superiores dos aquedutos varia de acordo com a largura da estrada existente, as condições do terreno, etc.



Foto 1.2.1 Secção Típica Transversal (146km)



Foto 1.2.2 Secção de Melhoria Pontual (60km)

1.2.3 Instalações a Considerar na Planificação da Estrada

Na reunião dos intervenientes, a existência de algumas instalações a considerar tal como cemitério foi apontado pelos residentes. Portanto, a Equipa de Estudo especificou as instalações a considerar à largura da estrada e o plano de realinhamento através de uma pesquisa visual e uma entrevista aos residentes no local. Os locais destas instalações pesquisadas pela Equipa de Estudo foram mapeados por uso de GPS. Estas instalações a considerar compõe-se de instalações públicas, instalações sociais, instalações religiosas, instalações históricas e áreas importantes de projecto tal como o Projecto de Plantação de Tabaco pelo Governo. Os resultados da pesquisa são resumidos como se segue:

Na secção entre Mandimba e Lichinga, o poço de água é a instalação mais frequente a considerar e o cemitério vem depois.

Tabela 1.2.3 Resumo das Instalações a Considerar entre Mandimba e Lichinga

Instalação	Número	Instalação	Número
Escola	22	Monumento	2
Hospital	4	Fábrica	0
Igreja	3	Local de Projecto	2
Mesquita	15	Pilone	1
Cemitério	35	Bomba de Combustíveis	1
Poço de Água	66		

Detalhes da localização apresentam-se nas plantas.

1.2.4 Pontos Negros na N13

De acordo com as entrevistas junto à polícia de trânsito da Província do Niassa, os pontos abaixo foram informados como área de alto risco de acidente rodoviário. A Equipa de Estudo realizou investigações para saber causas de acidente em cada um destes pontos. A seguinte tabela mostra os pontos negros bem como os resultados das investigações:

Tabela 1.2.4 Pontos Negros e Causas de Acidente

Km de Mandimba	Distrito	Localização	Hora	Causa
7km	Mandimba	Lissiete	10:00- 14:00	- Área Povoada
15km	Mandimba	Chanica	6:00- 12:00	- Área Povoada
25km	Mandimba	Mtembo	15:00- 18:00	- Área Povoada
30km	Ngauma	Luelele	15:00- 21:00	- Área Povoada
45km	Ngauma	Matamanda	9:00- 12:00	- Área Povoada
65km	Ngauma	Caracol	9:00- 15:00	- Área Povoada
75km	Ngauma	Cruzamento de Ngauma	6:00- 9:00	- Área Povoada - Alinhamento Inadequado
105km	Lichinga	Lione	12:00- 15:00	- Área Povoada - Alinhamento Inadequado
135km	Lichinga	Lumbe	6:00- 9:00	- Área Povoada - Alinhamento Inadequado

1.2.5 Análise e Constatação

(1) Necessidade de Melhorar o Alinhamento da Estrada

Ambos, o alinhamento horizontal e vertical não são apropriados para a “alta” velocidade de condução necessária como um corredor internacional. O comprimento e raio das curvas horizontais, e o valor de K são inaceitáveis com vista a segurança rodoviária tal como a distância da visão. E o gradiente abrupto deve acelerar a erosão da superfície da estrada.

Em particulares, as passagens de níveis com ângulos agudos e o espaçamento da elevação entre o alinhamento da estrada e o cruzamento da linha-férrea deve ser melhorado de ponto de vista de segurança rodoviária.

Porém, uma adopção mal pensada do padrão de alta velocidade de desenho precisaria não apenas um aumento substancial em custos de construção mas também um aumento na área afectada. Assim, a adopção do desenho de alta velocidade necessita de ser abordada baseado nas funções da estrada, circunstância, local e condições naturais tal como o terreno.

(2) Necessidade de Melhoramento da Superfície da Estrada

Durante a estação chuvosa, a maioria das secções da estrada em estudo sofrem de erosão por chuva pesada e escoamento das águas. A erosão dificulta a condução. A questão da erosão é um resultado de vários problemas tal como a estrada estar mais baixa que a área adjacente, gradientes abruptos, drenagem imprópria ou defeituosa, e o uso de materiais de estrada com alto Índice de Plasticidade (IP).

Além do mais, durante a estação seca, a superfície de estrada é enrugada, consequência de características de materiais de fraca qualidade e forças das viaturas. Conduzir em estrada enrugada é muito desconfortável para os motoristas e passageiros.

Baseado nas questões apresentadas sobre o alinhamento e condição da superfície da estrada, a Equipa de Estudo recomenda o revestimento da estrada, como por exemplo; um tratamento betuminoso de superfície para permitir para uma condução confortável durante todo o ano.

(3) Necessidade de Melhoramento das Infra-estruturas de Drenagem

Os aquedutos e as suas respectivas entradas e saídas são geralmente em bom estado. Contudo, a largura entre a parte superior dos aquedutos é muito estreita. Além de mais, foi informado que uma quantia enorme de terra e areia acumula dentro dos aquedutos durante a estação chuvosa, provavelmente devido ao uso de tubos de aço enrugados e gradientes planos. Portanto, os aquedutos existentes devem ser substituídos por aquedutos concreto de tubos/caixa com capacidade suficiente e gradientes adequado para prevenir o assoreamento.

Os existentes drenos de terra não são funcionais devido à terra e solo acumulado e superfícies desgastadas da estrada. Estes problemas são particularmente notáveis nas secções com gradiente abrupto, em “corte e enchimento” e aquelas que são mais baixo que o nível adjacente de terreno. Em tais secções, um sistema apropriado de drenagem deve ser desenhado. Além de mais, as estruturas de drenagem devem ser ligadas e devem ser descarregadas através de saídas convenientes e regulares.

(4) Necessidade de Considerar Desvios

Em consequência da pesquisa do local, a Estrada em Estudo atravessa muitas aldeias e áreas povoadas. Em tais secções, armazéns, fornecedores, instalações religiosas e instalações públicas tal como escolas, os hospitais e câmaras municipais são localizadas perto da estrada. Assim, na tal secção, as rotas de desvio necessitam de ser abordadas baseadas nas funções da estrada, circunstância local e o volume de trânsito.

Além de mais, os desvios para uma diminuição de número de passagens de nível devem ser considerados de ponto de vista de segurança rodoviária junto com os desvios para as áreas povoadas conforme discutido anteriormente.

1.3 Condições Existentes das Pontes

1.3.1 Introdução

Uma pesquisa de inventário de ponte foi executada para avaliar as actuais condições de pontes. A informação obtida será utilizada para diagnosticar a danificação das pontes existentes assim como propor melhorias a essas pontes. Uma lista de pontes foi obtida da ANE antes de começar pesquisa de ponte.

Todas vias de água com aproximadamente mais de 10m em largura na Estrada em Estudo foram alvo da investigação como parte da pesquisa de inventário de ponte. Como resultado, as 24 pontes e um aqueduto de inundação foram identificados. Todas vias de água tiveram estruturas, incluindo alguns aquedutos de tubo multicelular. A pesquisa principalmente focalizou em reunir informação geral sobre a ponte e via de água, incluindo registos de inundação, e em avaliar qualquer danificação à ponte.

1.3.2 Trabalhos de Pesquisa das Pontes

Itens de Pesquisa

A seguinte informação foi reunida nos locais de ponte:

- Localização da Ponte: Nome do rio e da ponte, Km de estação
- Informação Geral sobre a Ponte: Comprimento total, arranjo do arco, faixa de rodagem e largura do peão, tipo de super estrutura, capacidade de carga se possível, informação sobre a viga (profundidade, arranjos), tipo de subestrutura (quebra-mar, contraforte), trabalho de protecção
- Condições de Danificação: Viga, placa, subestrutura, protecção da margem, outros (instalações auxiliares)
- Condições do Rio: Nível Anual Baixo de Água, Nível Anual Mais Alto de Água (HWL), largura do rio, material do leito do rio, gradiente do rio, profundidade do rio, esta auscultação é feita basicamente ouvindo de pessoas locais
- Condições Circundantes: Uso da terra, número potencial de casas a serem afectadas por uma nova ponte
- Outra Informação: Observação no local, informação dos documentos de projectos
- Comentários do Engenheiro: Necessidade de substituição, pontos a serem considerados num novo plano de ponte

Método de Pesquisa

O inventário da ponte e a informação relevante foram recolhidos principalmente através das investigações no local, e verificado com a pesquisa topográfica. Além de mais, a informação sobre as inundações incluindo a inundação H.W.L. foi obtida do Departamento de Recursos Hídricos e Controle assim como através das entrevistas das pessoas locais vivendo perto da ponte existente.

1.3.3 Resultado da Pesquisa

Nesta secção da estrada de Mandimba-Lichinga, um total de 10 pontes e um (1) aqueduto foram investigados. Os resultados da pesquisa e três (3) possíveis alternativas de plano de melhoria de ponte são resumidos na Tabela 1.3.1.

Os três (3) itens importantes da pesquisa de ponte são especialmente descritos aqui para mais aprofundamento.

(1) Condição da Ponte e Danos

As condições das pontes estão relativamente razoáveis mesmo sendo de 40 a 60 anos. A principal razão é de que os terremotos ou inundações raramente ocorrem, e a atmosfera montanhosa é boa para pontes de aço.

As 10 pontes investigadas e um (1) aqueduto são agrupados em três (3) categorias como se segue:

Categoria Bom [1]: que é forte ou ponte nova e permanece não usada.

Esta é ponte contínuas estruturalmente fortes de RC-T [1].

Categoria Razoável [8]: que permanecerá em uso nos próximos 20 anos aproximadamente.

Estas são pontes simples de RC-T [2], ponte de aço de Bailey [5] e o Aqueduto [1].

Categoria Péssima [2]: que serão substituídas por novas estruturas.

Estas são pontes com sistema sem viga tal como ponte de RC-PLACA [1] e H-VIGA [1], cuja placa e viga são danificadas.

(2) Largura Interior da Ponte

A largura interior da ponte para o trânsito da estrada varia entre 3,2 a 6,5m para as pontes velhas.

Mesmo assim 7,0 a 8,0m de largura interior é mínima necessária para a construção de uma nova ponte de 2 faixas, as pontes existentes com interior de 6,0m de largura ou mais são reconhecidas como possíveis pontes de 2 faixas.

(3) Inundação e Nível Mais Alto de Água do Rio

A inundação do rio raramente ocorreu segundo a audiência tida com residentes do local, mas única exceção no Rio Lilasse onde o aqueduto de tubo foi construído. Depois da chuva intensa, o nível de água pode atingir 0,5 a 1,0m acima da superfície da estrada e todos carros têm que esperar por muitas horas até que o nível das águas baixe.

Para os outros 10 locais de pontes, o nível alto de água (HWL) é suficiente abaixo da viga de ponte segundo relatos das pessoas locais, mas o HWL teórico e descarga são calculados através da análise hidrológica com dados recolhidos sobre o rio e precipitação.

Tabela 1.3.1 Resultados do Estudo sobre as Pontes

Informação Geral		Comprimento e largura			Superestrutura			Subestrutura			Estrutura		Informação do rio		Observações			Alternativas do Plano de Melhoramento			
Nº	Est.	Nome	comprimento (vão)	largura	canal (cm)	laje (cm)	viga	encontro	pilar	fundação	condição	fluxo (L)	H III L.	Alt-1	Alt-2	Alt-3	reutilizar a existente	reutilizar a existente de 1-faixa	novas estruturas de 2-faixa (demolir a existente)		
0.0	154.0	(Mandimba)																			
15	1.3	Nyame-I	28.0	4.2		ago	Bailey (2-viga, a=2m)	Rev-T (a=8m)		espalha-mento	adequada (25m)	e sq. (25m)	ok	1-faixa	1-faixa		1-faixa	1-faixa	ponte	—	
16	7.8	Nacalongo	6.8	4.2	poste	40	Viga-H (n=2, a=0.3m)	Rev-T (a=5m)		espalha-mento	má	e sq.	ok	1-faixa	—		1-faixa	—	—	aquecido	
17	8.5	Namungu	11.0	0.5+5.4+0.5	poste	25	RC-T (n=4, a=0.8m)	Rev-T (a=4m)		espalha-mento	adequada	e sq.	ok	2-faixa	—		2-faixa	—	—	ponte	—
18	19.3	Luchimia	42 (13+16+13)	0.5+5.5+0.5	poste	25	RC-T contínuo (n=3, a=1.0-1.5m)	Rev-T (a=8m)	parede (a=10m)	espalha-mento	boa	e sq.	ok	2-faixa	—		2-faixa	—	—	ponte	—
19	27.4	Lilasi	10.0	4.0			Aquecido (3-subo, a=1.5m)				adequada	e sq. (8m)	NO	—	—		—	—	—	ponte	—
20	30.0	Nhade	31.0	4.1		ago	Bailey (2-viga, a=2m)	Gravidade (a=4.5m)		espalha-mento	adequada	e sq. (8m)	ok	1-faixa	1-faixa		1-faixa	1-faixa	ponte	—	
21	37.1	Luelele	13.0	6.1	poste	25	RC-T (n=5, a=1.0m)	Rev-T (a=10m)		espalha-mento	adequada	e sq. (10m)	ok	2-faixa	—		2-faixa	—	—	ponte	—
22	54.3	Mnaculumesi	22.0	4.4		ago	Bailey (2-viga, a=2m)	Gravidade (a=6m)		espalha-mento	adequada	e sq. (10m)	ok	1-faixa	1-faixa		1-faixa	1-faixa	ponte	—	
23	76.8	Lutenbue	34.0	4.1		ago	Bailey (2-viga, a=2m)	Gravidade (a=3m)		espalha-mento	adequada	e sq. (8m)	ok	1-faixa	1-faixa		1-faixa	1-faixa	ponte	—	
24	81.5	Lusanga	9.0	4.1	poste		RC-laje (a=0.6m)	Gravidade (a=3m)		espalha-mento	má	e sq.	ok	1-faixa	—		1-faixa	—	—	aquecido	
25	89.1	Luamkala	22.0	4.2		ago	Bailey (2-viga, a=2m)	Gravidade (a=5m)		espalha-mento	adequada	e sq. (5m)	ok	1-faixa	1-faixa		1-faixa	1-faixa	ponte	—	
154.0	0.0	(Lichinga)																			

1.3.4 Constatações da Pesquisa Local

Nesta secção da estrada 10 pontes e um (1) aqueduto foram investigados. A estrada sobe na área montanhosa de sul (Mandimba, El. 764m) a norte (Lichinga, El. 1390m) e muitos rios correm de oeste a leste.

O nível de água do Rio Lilasse atinge 0,5 a 1,0m acima da superfície da estrada depois de chuvas intensas, e todos carros têm que esperar por muitas horas até que o nível de água torna-se mais baixo.



Foto 1.3.1 No.19-Aqueduto Lilasse

Nas 10 pontes, cinco (5) foram construídas por pontes de Bailey com duas (2) vigas cruzadas de aço e convés de painel de aço, cujas suas condições estão razoáveis e tem uma largura de 1 faixa.



Foto 1.3.2 No.15-Ponte Ngame-I



Foto 1.3.3 No.20-Ponte Ninde (direita) e No.22-Ponte Luculumesi (esquerda)



Foto 1.3.4 No.23-Ponte Lutembue (esquerda) e No.25-Ponte Luambala (direita)

A Ponte No.18-Luchimua é construída por RC-T viga contínuo com largura de 2 faixas, que foi mantida em bom estado por causa do sistema de viga contínuo mais forte que viga simples, e o pilar de barra da viga ainda permanece.



Foto 1.3.5 No.18-Ponte Luchimua

As Pontes No.17-Namiungu e No.21-Luelele são construídas por RC-T viga simples, cujas suas condições estão estruturalmente razoáveis e tem uma largura de 2 faixas.



Foto 1.3.6 No.17-Ponte Namiungu (esquerda) e No.21-Ponte Luelele (direita)

A Ponte No.24-Lusanga é construída por ponte de placa de RC com largura de 1 faixa e danificado com a sua placa e poste de viga.



Foto 1.3.7 No.24-Ponte Lusanga

A Ponte No.16-Nacalongo é construída por placa e H-VIGA com largura de 1 faixa e danificado com a sua placa e poste de viga.



Foto 1.3.8 No.16-Ponte Nacalongo

Capítulo 2: Pesquisa sobre as Condições Naturais para a Estrada em Estudo

2.1 Condições Naturais

2.1.1 Local e Área

A Província de Niassa está localizada na parte noroeste de Moçambique, entre a latitude 11° 25' norte e 15° 26' sul e a longitude 38° 21' leste e 34° 30' oeste, e é a maior província com uma área de 129.000 km². Faz fronteira no norte com Tanzânia, no oeste com Malawi, no leste com a Província de Delgado de Cabo e no sul com a Província de Nampula e da Zambézia.

A capital provincial e centro comercial são Lichinga e Cuamba. Cuamba está localizada ao longo do corredor de Nacala ao porto de Nacala. O mapa do local apresenta-se na Figura.2.1.1.

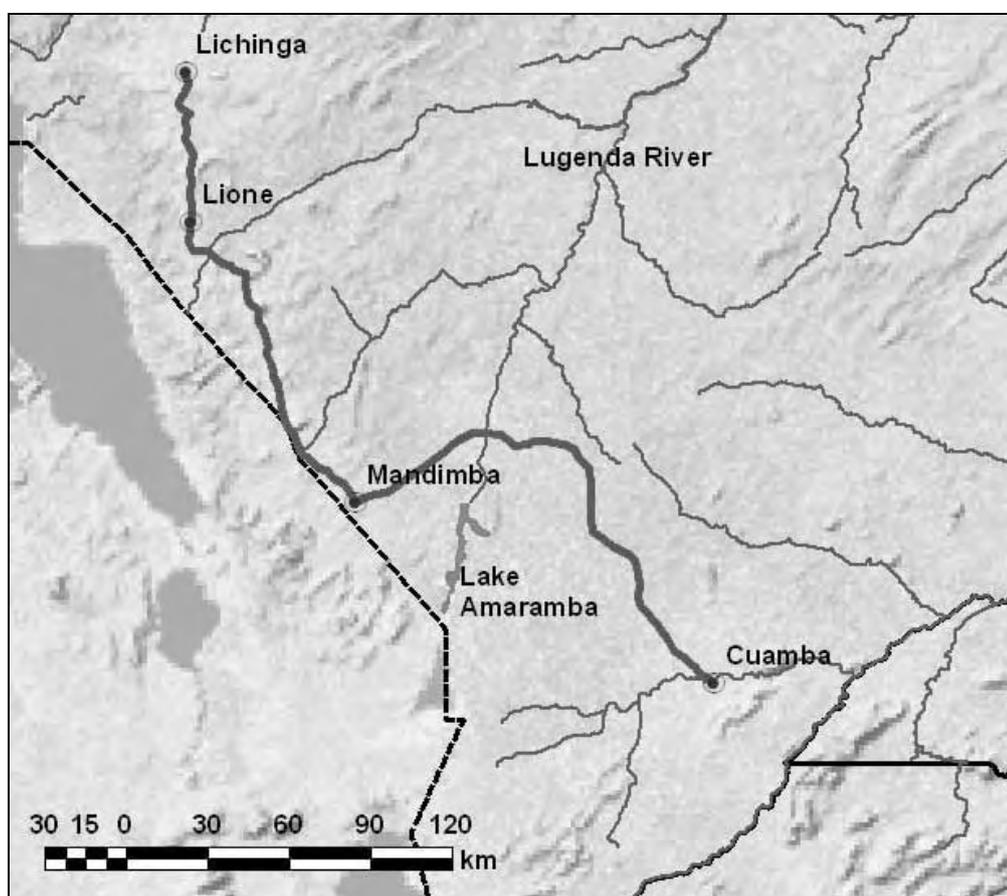


Figura 2.1.1 Mapa do Local da Área do Estudo

2.1.2 Topografia

A sua altitude varia de 600 m acima do nível do mar ao planalto alto de Lichinga, 1400 m acima de nível do mar. A maioria das planícies e montanhas onduladas são cobertas por floresta subtropical nativa.

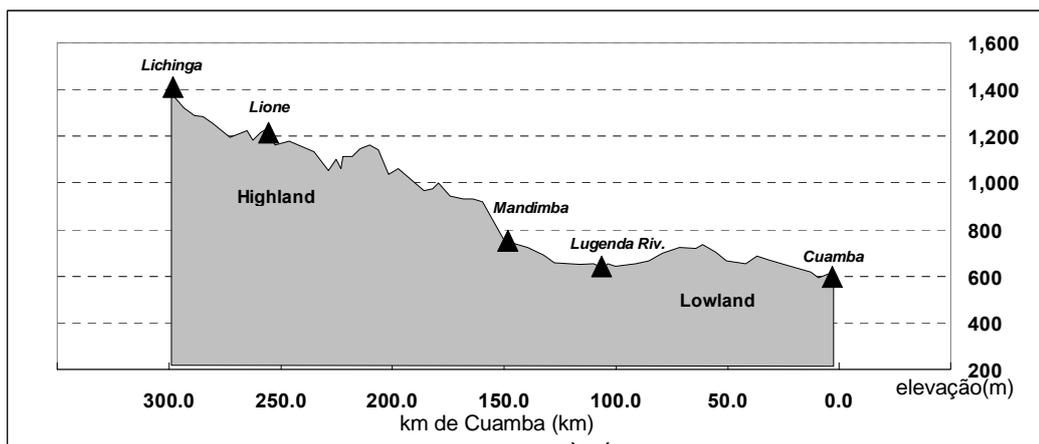


Figura 2.1.2 Secção Topográfica da Área do Estudo

A secção topográfica da área em estudo é apresentada na Figura 2.1.2. Entre Lichinga a Mandimba, a elevação diminui de 1400m a 700m. O gradiente nesta área mostra 0,43%. Por outro lado, entre Mandimba a Cuamba, a topografia é levemente plano e o gradiente apenas mostra 0,12%.

Entre Lichinga e Lione, a estrada não atravessa qualquer rio, contudo, entre Lione a Mandimba e Mandimba a Cuamba, a estrada atravessa vários rios. As direcções de fluxo de maioria de rios mostram direcção de sul a norte, embora algum rio entre Mandimba a Cuamba não existe corrente por causa da topografia bastante plana. O maior rio na área em estudo é o Rio Lugenda que vem de Lago Amaramba. O Rio Lugenda vai ao longo da fronteira entre Moçambique e Tanzânia e desagua no Oceano Índico.

2.1.3 Clima

De ponto de vista meteorológico, a Província está dividida da seguinte maneira:

(1) Área da zona baixa em arredor de Cuamba (600m alt.).

Cuamba tem uma temperatura anual média de 24°C nas planícies quentes. Em meses mais frios, em Junho, a temperatura pode baixar a 14°C de noite e atingir um máximo de 30°C durante o dia. Nos meses mais quentes do ano, Outubro e Novembro, a média de temperatura máxima diária pode atingir 35°C e a temperatura mais baixa de noite é cerca de 22°C. A temperatura e precipitação em Cuamba são apresentadas na Figura 2.1.3.

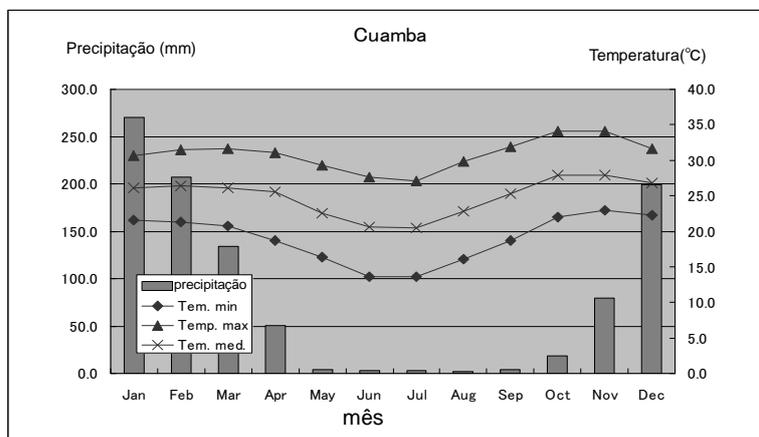


Figura 2.1.3 Temperatura e precipitação em Cuamba

(2) Zona alta a volta de Lichinga (1300m alt.)

A capital provincial, Lichinga, tem uma temperatura anual média de 19°C no planalto alto. Em Julho, a temperatura média mais baixa de noite é de 10°C e mais alto durante o dia de 22°C. Em Novembro, os meses mais quentes do ano, a temperatura média mais baixa durante noite é 15°C e a temperatura de média mais alta do dia é 28°C. A temperatura e precipitação em Lichinga são apresentadas na Figura 2.1.4.

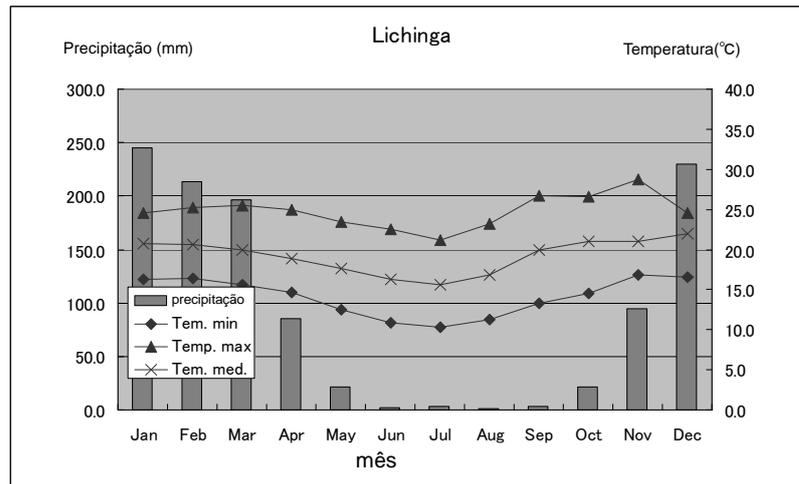


Figura 2.1.4 Temperatura e precipitação em Lichinga

A média da estação chuvosa realmente disponível no planalto alto e áreas adjacentes varia de 18 a 21 semanas. As regiões do sul e centro da província têm uma estação chuvosa de 13 a 18 semanas. A estação chuvosa começa em Dezembro e termina em Abril. No planalto alto e ao longo das margens de Lago Niassa pode esperar uma média de chuva de 1300 mm. Nas áreas mais áridas no sul de Niassa perto de Cuamba uma precipitação entre 800 a 1000 mm é uma chuva normal. Devido a extensão do período de chuvas médias, realmente disponíveis, a quantidade de precipitação e limites de temperatura, pode esperar um período de crescimento de 180 a 210 dias para culturas dependentes de chuva. A estação de sementeira começa em Novembro e sem rega apenas pode ser num determinado período em cada ano.

2.1.4 Geologia

Mapa Geológica da Área do Estudo em Figura 2.1.5

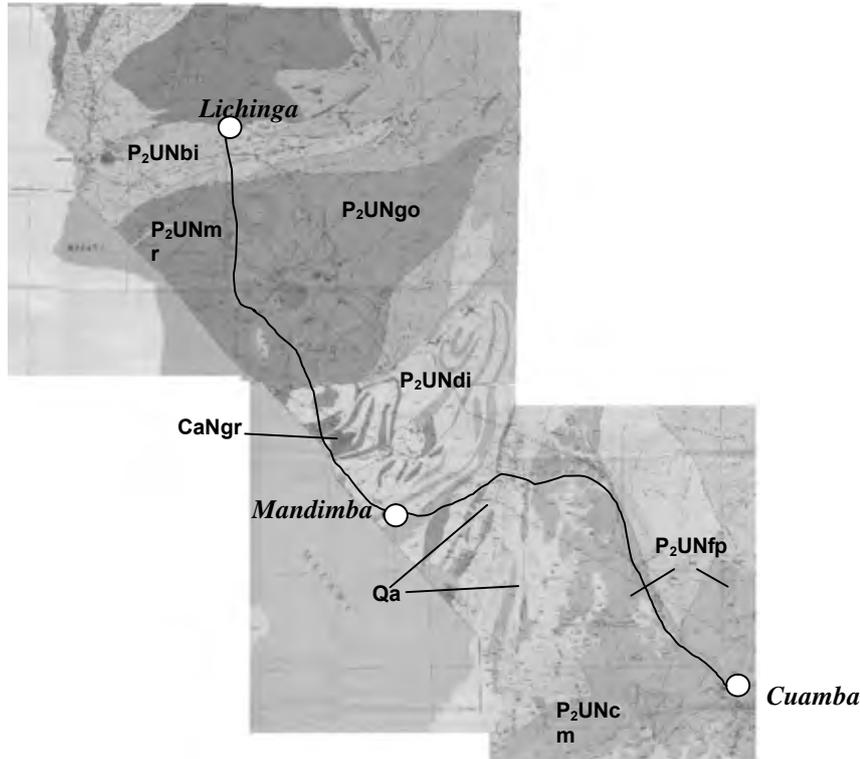


Figura 2.1.5 Mapa Geológico da Área em Estudo

Fonte: Ministério dos Recursos Minerais /Direcção Nacional de Geologia, 2007

A geologia da área em estudo considera-se por seguintes três tipos.

1	Quaternário (Recente)	Qa		Deposito de aluvião
2	Câmbrico	CaNgr		Granito Gnéissico
3	Proterozóico (Pré-câmbrico)	P₂UNgo		Granítico a gneisse granodiorito migmatito
		P₂UNmr		Chala Gneisse (gneisse agrupado máfico granulito
		P₂UNdi		Granítico a gneisse granodiorito
		P₂UNbi		Gneisse biotite, parcialmente mylonitic
		P₂UNcm		Gneisse carnotite, parcialmente migmatito
		P₂UNfp		Monte Elinasse Charnoclitic granofels e gneisse

A: Depósitos de Aluvião de Quaternário

Os depósitos de aluvião de idade de Quaternária são vistos perto do Rio Lugenda entre Mandimba e Cuamba. Estes depósitos são caracterizados como depósitos de pântano composto por lama, areia muito fina a média. No entanto, terra preta de algodão, que afecta o desenho de estrada não é comum na área em estudo.

B: Granito Gnéssico câmbrico

O granito Gnéssico de idade Câmbrico parcialmente é visto como pedra de intromissão. Esta pedra de intromissão permanece como uma montanha/colina conhecida como "Montanha de Lissiete" entre Lichinga e Mandimba.

C: Rocha metamórfica pré-câmbrico

A maioria de geologia na área em estudo é constituída por pedra metamórfica tal como gneisse de idade pré-câmbrico. Estas pedras metamórficas consistem em xisto, gneisse, granulite que foi formado por cintura orgânica Pan-africano (cintura orgânica de Moçambique). Como resultado do ciclo orogénico de longo prazo, aspecto geológico destas pedras é altamente metamorfoseado e são caracterizadas por agrupamento da composição da dominada direcção de filão N-S. Normalmente a pedra é coberta por camada de terra no topo, no entanto, perto de existente local da colina, o afloramento pode ser visto.

2.1.5 Terramoto

O hipocentro do terramoto é apresentado na Figura 2.1.6. De acordo com esta figura, o terramoto com magnitude de mais de 5 não ocorreu na Província de Niassa no período de 1963 a 2007 (durante 34Anoss). A região do hipocentro é concentrada perto do Lago de Niassa ao longo do Grande Vale Africano e canal de Moçambique no Oceano Índico. A profundidade do hipocentro tem raio de alcance de 10km no mínimo e 33km máximo, a profundidade média é de 18km. Da informação acima citada, os terramotos que afectam a estrutura tal como ponte, estrada não teve ocorrência no passado na Província de Niassa.

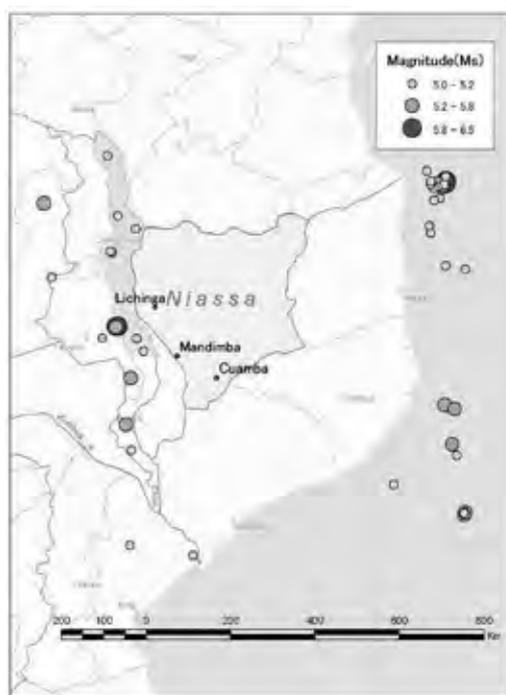


Figura 2.1.6 O Mapa da Distribuição de Terramoto (1963-2007):
Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia

2.1.6 Erosão

A condição da erosão da área em estudo é apresentada na Figura 2.1.7. Na área em estudo, as categorias de perigo de erosão variam de nível, 2 (baixo) a 6 (alto). A planície que é coberta pelo depósito recente de aluvião entre Cuamba a Mandimba tem baixo perigo de erosão (categoria 2) devido à plana condição topográfica. A zona alta que são pedras expostas aos desgastes e terra com gradiente alto entre Mandimba a Lichinga tem alto perigo de erosão (categoria 6) e é afectado por erosão circundantes.

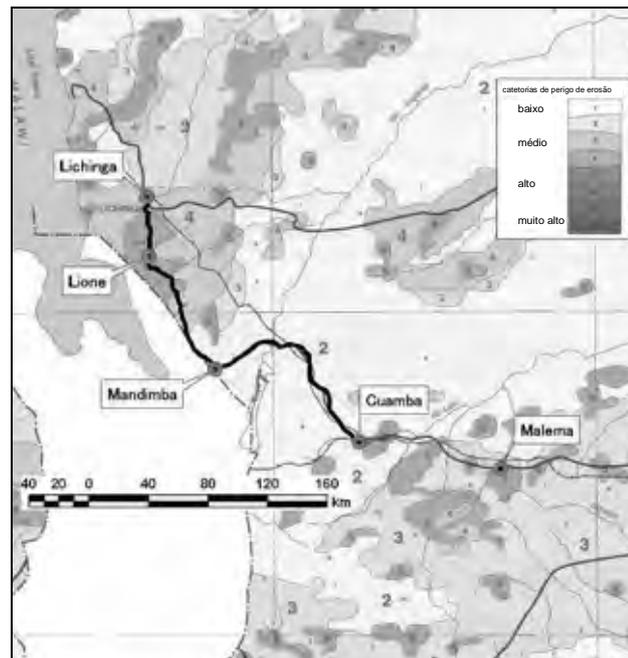


Figura 2.1.7 Mapa mostrando a Perigosidade da Erosão

2.2 Pesquisa Topográfica

2.2.1 Geral

O objectivo da pesquisa topográfica visa confirmar a actual condição topográfica para a estrada em estudo e fazer um desenho da estrada. A pesquisa topográfica é composta seguintes três trabalhos.

- Pesquisa Aérea
- Pesquisa da Ponte
- Estabelecimento de Pontos de Referência

2.2.2 Pesquisa Aérea

(1) Âmbito do trabalho

O âmbito de trabalho da pesquisa aérea resume-se nos seguintes itens.

A. Fotografia: Comprimento total de 311km (Cuamba- Lichinga: 305km, fronteira de Mandimba-Malawi: 6km a largura da fotografia é de 5km)

B. Tirando a foto aérea: A escala é de 1/10,000 com formato de ficheiro "tif".

C. Fazer o mapa de base para o desenho (A escala é de 1/10,000 com formato de ficheiro de "dwg").

(2) Equipamento

Seguinte equipamento foi usado para a pesquisa aérea

- Avião: 402B
- Câmera: RMK TOP105
- Filme: Agfa x 100
- Exposição: Auto
- Químicos: C41 Process
- Máquina de processamento: Hope

(3) Resultados

A melhor época para uma fotografia aérea nas regiões do norte de Moçambique é durante os meses de Junho e Julho, quando se espera mínima cobertura de nuvens do ano. O voo foi feito acima do nível de nuvem, portanto o monitoramento próximo das condições do tempo foi essencial para alcançar a fotografia clara, sem a presença de nuvens e sombras de nuvens.

A melhor época para o voo é das 09:00-15:00, como antes, mas depois dessas horas o sol fica muito em baixo. Um sol baixo indesejavelmente cria longas sombras na fotografia.

Embora o levantamento aéreo foi atrasada em relação à programação original, devido à má condição climática, o trabalho foi feito a partir do dia 29 a 31 de Julho. Como resultado, a fotografia aérea foi tirada numa escala de 1:10.000. E o mapa de base foi feito numa escala de 1:10.000 em formato AutoCAD.

2.2.3 Pesquisa de Ponte

(1) Âmbito de trabalho

Dez pontes são localizadas para pesquisar. A área de pesquisa de cada ponte é 100m x 100m (10,000m²).

A pesquisa topográfica nos seguintes locais de ponte foi executada como se segue;

Mandimba – Lichinga

Rio Ngamel	S14 20.727 E35 38.751
Rio Lilasse	S14 11.213 E35 29.946
Rio Ninde	S14 10.347 E35 29.305
Rio Luculumesi	S13 58.240 E35 26.393
Rio Lutembue	S13 48.018 E35 23.077
Rio Luambala	S13 45.350 E35 18.226

(2) Resultados

Todos os resultados acima citados são feitos ao desenho e dados digitais usando o AUTOCAD e Microsoft Excel.

2.2.4 Estabelecimento de pontos de referência

(1) Âmbito de trabalho (Primeira Fase)

Seguinte é o âmbito de trabalho de estabelecimento de pontos de referência.

- 155km entre Mandimba e Lichinga: intervalo de 5km

(2) Resultados

Todos os resultados são estabelecidos no local e a coordenação detalhada de cada ponto de referência apresenta-se nos Apêndices.

2.3 Pesquisa Geológica

2.3.1 Pesquisa de Perfuração e Padrão de Teste de Penetração (SPT)

(1) Âmbito de Trabalho

O objectivo da pesquisa de perfuração e SPT visa confirmar o limite entre a camada gasta e a camada dura da pedra de subsolo e a profundidade de fundação para as dez pontes na área em estudo. Dois furos são feitos para cada local de ponte. O local de pontes alvo é como se segue;

Mandimba-Lichinga

- Ponte Ngame I
- Lilasse (aqueduto)
- Ponte Ninde
- Ponte Luculumesi
- Ponte Lutembue
- Ponte Luambala

(2) Resultado da Pesquisa

O total de vinte furos é perfurado perto de ponte no ponto definido por Consultores. O local de cada ponte é apresentado na Figura 2.3.1. Durante o trabalho de perfuração, o SPT é realizado em intervalos regulares de aproximadamente 1m. Outra informação tal como elevação superior de câmara de empréstimo, descrição de camadas de terra, profundidade de nível hidrostático, profundidade de pedra desgasta, profundidade de pedra dura, ângulo interno de fricção e força compressiva não-escoada também são pesquisadas. A Tabela 2.3.1 mostra o resumo da pesquisa de Perfuração Mecânica.

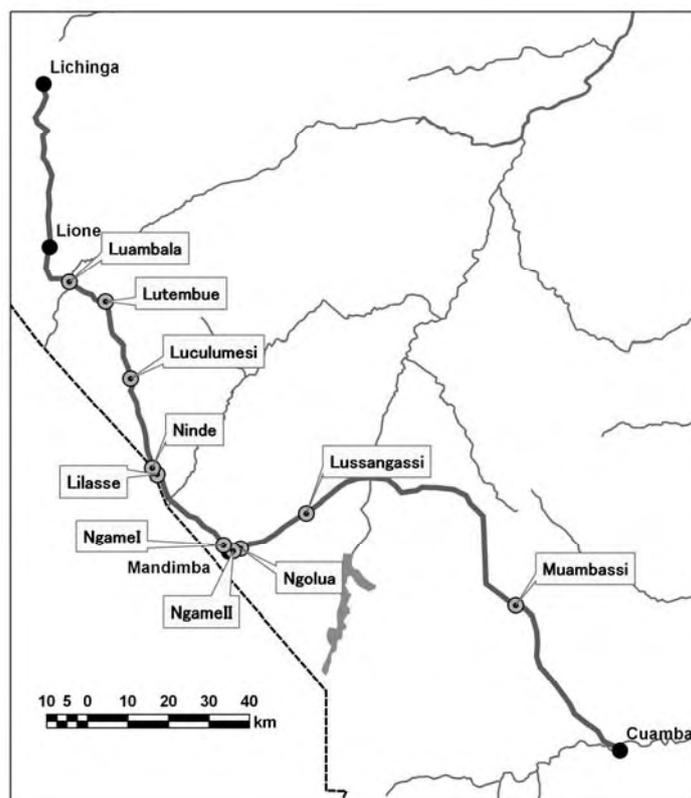


Figura 2.3.1 Local de Pontos de Perfuração Mecânica

Tabela 2.3.1 Local e Resumo da Pesquisa de Perfuração Mecânica

Nome da Ponte	Número de perfuração	Profundidade da camada de solo (m)	Profundidade da perfuração (m)
Ponte Ngame I	BH09	5.00	14.75
	BH10	1.00	10.00
Lilasse (aqueduto)	BH11	9.00	18.00
	BH12	7.50	16.50
Ponte Ninde	BH13	0.25	15.25
	BH14	3.50	16.75
Ponte Luculumesi	BH15	0.75	10.75
	BH16	3.00	13.50
Ponte Lutembue	BH17	2.00	12.00
	BH18	4.50	14.75
Ponte Luambala	BH19	2.00	13.25
	BH20	1.00	12.50

2.4 Pesquisa de Solo e Material

2.4.1 Teste de CBR e DCP

(1) Âmbito de Trabalho (Primeira Fase)

O objectivo de teste de Rácio Califórnia de Porte (*Califórnia Bearing Ration*) (CBR) e a Penetração Dinâmica de Cone (DCP) visa confirmar a capacidade de porte em-situ de material de sub-grau de modo que a pavimentação puder

cumprir com o objectivo de serviço durante o período de desenho. A força de sub-grau normalmente é avaliada por meio de resultados encharcados de teste de CBR. Ao mesmo tempo, o teste de DCP também é considerada para executar para além de teste encharcado de CBR, devido ao facto de que é mais fácil e mais rápido. Neste estudo, os testes encharcados de CBR foram executados com o seguinte intervalo, e os testes de DCP também foram executados para sanar a lacuna.

Estrada Mandimba-Lichinga

- Teste de CBR: intervalo de 50km
- Teste de DCP: intervalo de 10km

(2) Amostras e Resultados de Testes

Os testes de CBR foram realizados de acordo com os procedimentos A8 de Teste TMH1. CBR de Sub-grau normalmente é decidido baseado na força de terra num ponto de 1.0m abaixo de superfície. Os materiais testados foram provados em pontos 0.0-0.5m e 0.5-1.0m abaixo de existente superfície de estrada, de modo que um CBR apropriado de desenho seja definido para unidade de em-situ de sub-grau.

O princípio subjacente de teste de DCP é a medida da penetração do cone na terra sendo testada. Esta taxa de penetração dá uma indicação da capacidade de porte de terra. Os resultados de testes de DCP foram convertidos em valores de CBR em-situ baseados no relacionamento de DCP/CBR DE CICTRAN usado em comum em países da África Austral.

Ambos resultados de CBR e DCP devem ser mencionados no Capítulo 5 e discutido.

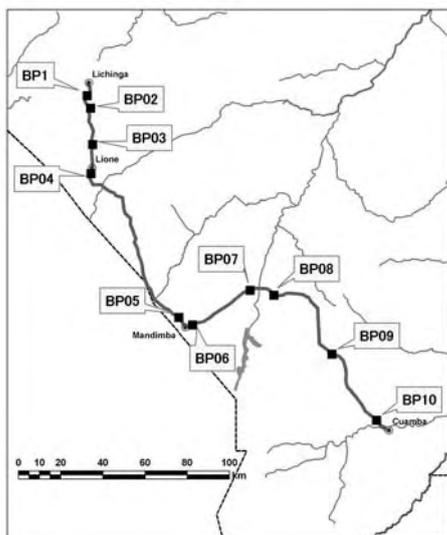
2.4.2 Pesquisa de Material de câmara de empréstimo para a Camada de Pavimento e Enchimento

(1) Âmbito de Trabalho (Primeira Fase)

Algum material de câmara de empréstimo dos locais apropriados ao longo da estrada em estudo foi seleccionado pela Equipa de Estudo para testar materiais de enchimento e camada de pavimento

Abaixo segue o número de amostras:

- Secção Mandimba-Lichinga: 5 amostras



No.	Coordenação	
	S	E
Mandimba - Lichinga		
BP5	14.32012	35.63077
BP4	13.70239	35.25617
BP3	13.57707	35.26247
BP2	13.41993	35.25448
BP1	13.36611	35.23925

Figura 2.4.1 Local de câmara de empréstimo

(2) Qualidade Aceitável de Material

A recomendação dada baseia-se nos requisitos da SATUCC para a construção de Estrada, Segundo a secção 3300 e 3400 das Especificações Técnicas que a Tabela 2.4.1 apresenta:

Tabela 2.4.1 As Qualidades Recomendáveis de Materiais baseado no SATCC

Local da Estrutura	Requisitos
Enchimento	Profundidade abaixo de superfície final 0.0m – 1.2m: CBR mínimo encharcado = 3% a 90% densidade modificada AASHTO 1.2m – 9.0m: CBR mínimo encharcado = 3% a 90% densidade modificada AASHTO
Camada seleccionada	Baixo: CBR mínimo encharcado = 10% a 93% densidade modificada AASHTO Cima: CBR mínimo encharcado = 15% a 93% densidade modificada AASHTO PI Máximo = 3 x Módulo de Nivelamento (GM*) + 10
Sub base	CBR mínimo encharcado = 30% a 95% densidade modificada AASHTO PI Máximo para material natural = 10. Para solo estabilizado não passará 6% após o tratamento GM mínimo 1.5. O mínimo de 1.2 pode ser autorizado pelo Engenheiro
Base	CBR mínimo encharcado = 80% a 98% densidade modificada AASHTO PI Máximo para material natural = 6. Para solo estabilizado não passará 6% após o tratamento GM mínimo 2.0 para material não estabilizado ou 1.7 se for a estabilizar os materiais com recurso aos químicos

$$*GM = (300 - (P_{2.00mm} + P_{0.425mm} + P_{0.075mm})) / 100$$

$P_{2.00mm}$, etc., denota a percentagem que passa por tamanho da peneira.

(3) Resultado da Pesquisa de Material

Tabela 2.4.2 resume os resultados de material de câmara de empréstimo entre Mandimba – Lichinga. E as Fotos 2-1-1 a 2-1-5 apresentam os locais de câmaras de empréstimo. Todos os testes baseiam-se no SATCC, TRH ou equivalente.

De acordo com os resultados dos testes para materiais enchimento e camada de pavimentação, material de enchimento e camada seleccionada deve ser distribuído numa área larga e prontamente obtido numa periferia da estrada em estudo. Em contraste, material natural para sub-base é muito limitado, e material natural para base não deve ser fornecido da área alvo.

Contudo, em caso que a brita para base e sub-base esteja em pouca quantidade, o material natural estabilizado com o cimento pode ser considerado como material de alicerce de sub-base.

A brita para uso tanto como base assim como sub-base está em pouca quantidade, assim, o uso de cascalho natural deve ser considerado porque geralmente é distribuído numa larga área. A qualidade do cascalho natural também testado para uso de sub-base com várias composições de mistura.

Tabela 2.4.2 Resultados dos Testes de Material de Câmara de Empréstimo para Mandimba-Lichinga

Km* (BP No.)	GM	PI	OMC	CBR (%)			BP Utilização
				90%	95%	100%	
4.0km+000 (BP1)	0.7	21%	7.9%	2	2	4	Encher
14km+000 (BP2)	1.5	11%	8.3%	6	14	25	Encher/Seleccionado
38km+000 (BP3A)	1.9	NP	7.7%	24	37	84	Encher/Seleccionado /Sub-base
38km+000 (BP3B)	1.2	22%	7.6%	2	2	2	-
55km+200 (BP4)	1.5	11%	8.6%	8	26	63	Encher/Seleccionado/ Sub-base cimentada**)
145km+000 (BP5)	1.9	13%	7.7%	1	2	3	Encher
145km+000 (BP5A)	2.6	12%	9.5%	40	64	41	Encher/Seleccionado / (Sub-base cimentada**)

*Km começa de Lichinga.

** denota a possibilidade de usar o material sub-base por estabilização com cimento



Foto 2.1.1 B.P.1 (Câmara de Empréstimo)



Foto 2.1.2 B.P.2 (Câmara de Empréstimo)



Foto 2.1.3 B.P.3 (Câmara de Empréstimo)



Foto 2.1.4 B.P.4 (Câmara de Empréstimo)





Foto 2.1.5 B.P.5 (Câmara de Empréstimo)

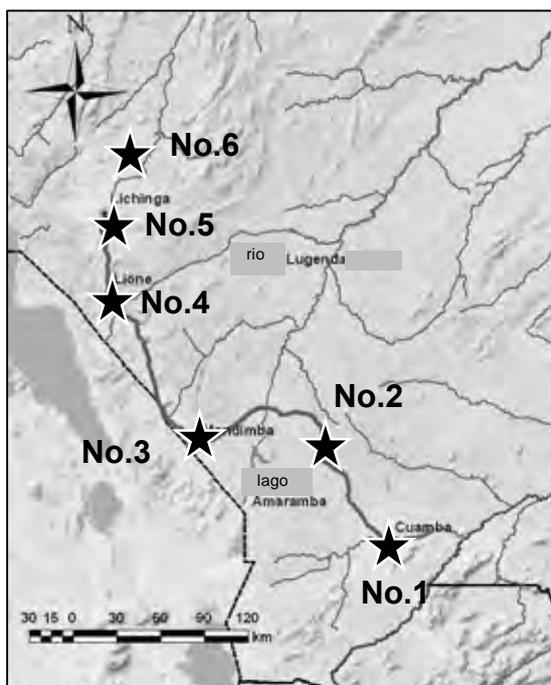
2.4.3 Pesquisa de Material de Pedreira para a camada de Pavimentação e Trabalho de Betão

(1) Âmbito de Trabalho

Algum material das pedreiras foi seleccionado para confirmar as possíveis posições de material a ser usado tanto na pavimentação assim como no trabalho de betão. E cada volume disponível estimado do local de pedreira também é pesquisado. Seguinte é o número do local de amostra:

Secção Cuamba-Mandimba-Lichinga: 6 amostras (5 amostras para o contrato original e 1 amostra para o contrato adicional)

Figura 2.4.2 apresenta cada local de pedreira



No.	Coordenação	
	S	E
Cuamba – Mandimba		
1 Cuamba	14.76301	36.47343
2 Manhumar	14.47824	36.28293
Mandimba - Lichinga		
3 Chanica	14.32012	35.63077
4 Lione	13.70239	35.25617
5 Lichinga Cidade	13.57707	35.26247
6 Bangalira	13.41993	35.25448

Figura 2.4.2 Local de pedreiras

(2) Qualidade Aceitável do Material

Nesta pesquisa, dois testes são realizados para confirmar a qualidade do material. Um é o teste de Valor Agregado de Esmagamento (ACV), e outro é o teste de Força Agregada de Esmagamento (10 % FACT). Como se mostra na Tabela 2.4.4, de acordo com os padrões da ANE, o ACV máximo necessário para

revestimento e base é 25% e 28%, respectivamente. O valor aceitável da Qualidade da brita é apresentada na Tabela 2.4.3. E de acordo com a especificação de SATCC, a força agregada de esmagamento (10% FACT), para várias aplicações de estrada não será menos que os valores mostrados na Tabela 2.4.4.

Tabela 2.4.3 Valores Aceitáveis para a Qualidade da Brita

Utilização	Curso de Desgaste	Base	Betão
ACV (%)	25 (32) ou abaixo	28 (32) ou abaixo	45 ou abaixo

Nota: (); Valores Excepcionais

Tabela 2.4.4 Valores Mínimos de 10% FACT

Aplicação da Rocha de Estrada	Força que produz 10% FACT (KN)
Esmagamento da Pedra (secção 3702 de Espec de SATCC)	110KN
Revestimento (secção 4202 de Espec de SATACC)	180KN
Selos (secção 4302 de Espec de SATACC)	210KN

(3) Local de Amostra e Resultados da Pesquisa sobre Pedreira

Os resultados da pesquisa da pedreira são apresentados na Tabela 2.4.5. Além disso, as fotografias de 2-1-11 a 2-1-16 mostram as fotos de cada pedreira. A partir dos resultados de teste, entre Cuamba e Mandimba, as pedreiras podem ser utilizadas para materiais de construção de estradas, tais como selos ou brita para o curso de base. Por outro lado, entre Mandimba e Lichinga, o material de pedreiras não está disponível para a construção de estradas. A única pedreira que é usada para a construção de estradas, tais como selos ou brita para o curso de base está localizada a aproximadamente 30 quilómetros ao norte da cidade de Lichinga.

Tabela 2.4.5 Resultados da Pesquisa de Local de Pedreira

No.	Local da Pedreira e Nome	Força Mecânica		Valor Disponível Estimado (m ³)	Comentários
		ACV (%)	10% FACT (KN)		
1	Secção Cuamba/Mandimba–Cuamba R720	26.0	187	800,000m ³	Planifica-se usar esta pedreira para a construção da Estrada Nampra-Cuamba
2	Secção Cuamba/Mandimba – Munhumar	25.3	191	540,000m ³	Pode ser usado para selos e brita para a base
3	Secção Lichinga/Mandimba – Aldeia Chanica	30.3	163	70,000m ³	Pode ser usado como brita para a base
4	Secção Lichinga/Mandimba – Aldeia Lione	46.7	-	10,550m ³	Não apropriado para a construção da estrada
5	Secção Lichinga/Mandimba – Cidade de Lichinga	32.6	-	122,500m ³	Não apropriado para a construção da estrada
6	Secção Lichinga/Mandimba - Bagarila	17.7	235	630,000m ³	Pode ser usado como brita para revestimentos



Foto 2.1.6 Pedreira 1 (Cuamba)



Foto 2.1.7 Pedreira 2 (Munhumar)



Foto 2.1.8 Pedreira 3 (Chanica)



Foto 2.1.9 Pedreira 4 (Lione)



Foto 2.1.10 Pedreira 5 (Lichinga cidade)



Foto 2.1.11 Pedreira 6 (Bagarila)

Capítulo 3: Hidrologia e Análise Hidrológica

3.1 Análise Hidrológica

3.1.1 Bacia Hidrográfica

A delimitação e a determinação das bacias hidrográficas e comprimentos dos rios foram levadas a cabo inicialmente com uso de mapas topográficos numa escala de 1:50.000. Um mapa com as bacias hidrográficas determinadas encontra-se no final deste termo (Figura 3.1.1).

O uso dos mapas acima referidos não permitiu a identificação das pequenas bacias hidrográficas. Para resolver este problema, realizou-se uma investigação no campo na qual foram identificadas todas as estruturas de drenagem existentes e zonas baixas em que a inspecção visual indicava a necessidade de uma drenagem transversal.

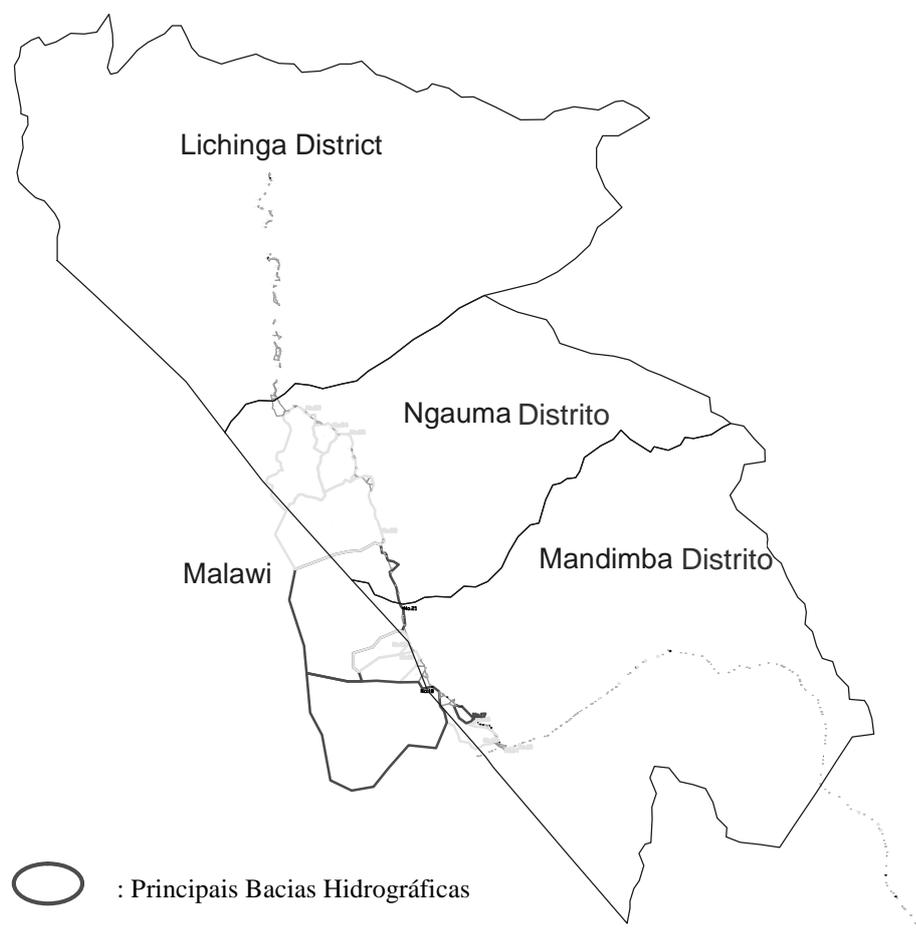


Figura 3.1.1 Principais Bacias Hidrográficas Relacionadas com a Estrada em Estudo

3.1.2 Análise de Precipitação

Foram disponibilizados os dados de precipitação diária das seguintes duas estações pluviais:

Tabela 3.1.1 Dados Pluviais Disponibilizados

Estação Pluvial	Início de dados	Término de dados	Registos não Disponíveis
Mandimba	1973	1983	1979, 1981
Lichinga	1960	2008	-

Uma análise estatística foi feita sobre os dados de precipitação registados nas estações de Cuamba, de Mandimba e de Lichinga. Dois métodos de distribuição estatística (Método Iwai e Log Pearson III) foram aplicados aos registos de observação de cada estação.

Tabela 3.1.2 Precipitação Diária Desenhada para Cada Uma das Estações Pluviais

Duração	Precipitação em 1 dia de Período de Retorno (mm)					
	2	5	10	20	50	100
Mandimba	82.2	101.9	113.1	122.9	134.3	142.2
Lichinga	66.8	83.2	93.9	104.1	117.4	127.6

As precipitações estatísticas calculadas para Mandimba não apresentam uma alta confiabilidade devido ao curto período dos registos disponíveis. As precipitações de desenho calculadas podem se provar mais conservadoras do que o necessário. Porém, a média das precipitações desenhadas para Lichinga deve se mostrar suficiente para os propósitos do Estudo.

3.2 Hidrologia de Inundação

3.2.1 Determinação da Modelização de Escoamento

Os métodos hidrológicos de inundação usados no presente Estudo incluem o Método Racional e a Cheia Máxima Regional. Não se pode aplicar todos os métodos para calcular picos de cheia em cada bacia hidrográfica. O Método Racional pode ser aplicado para bacias hidrográficas de até 500km².

A Cheia Máxima Regional (RMF) pode ser aplicada somente para grandes bacias hidrográficas e é baseada no factor K regional. Existem trabalhos realizados no Sul de Moçambique onde o factor K varia de 5,0 a 5,6. Uma análise de sensibilidade será levada a cabo para comparar os picos de cheia.

Tabela 3.2.1 Limite dos Métodos para Cálculo de Inundação

Método	Área Máxima (km ²)
Método Racional Alternativo	Sem limite (0 a 500: Recomendação da Equipa de Estudo)
Método Empírico (RMF)	Sem limite

Fonte: Manual de Drenagem 5ª Edição (Agência Nacional de Estradas da África do Sul)

3.2.2 Método Racional Alternativo

A Formula Racional é definida por:

$$Q = 0,278 c I A$$

Onde

Q : Descarga (m³/s)

c: Coeficiente de escoamento

I: Intensidade média de precipitação em toda a bacia hidrográfica para uma duração correspondente ao tempo de concentração

A: Bacia hidrográfica (km²).

Nota: No Método Racional Alternativo, a intensidade de precipitação é calculada pela seguinte fórmula:

$$IT = (PT/Tc) \times ARF$$

A Fórmula Racional é baseada nas seguintes suposições:

- A precipitação tem uma distribuição uniforme por área em toda a bacia hidrográfica contribuinte.
- A precipitação tem uma distribuição uniforme por tempo em, pelo menos, uma duração equivalente ao tempo de concentração.
- A descarga máxima ocorre quando a bacia hidrográfica no seu todo contribui ao fluxo gerado no fim da duração de uma tempestade crítica, ou tempo de concentração.
- O coeficiente de escoamento, C, permanece constante para a duração de tempestade, ou tempo de concentração.
- O período de retorno do fluxo máximo, T, é o mesmo que o da intensidade de precipitação.

Foi suposto que os fluxos nas várias bacias hidrográficas estavam num curso de água definido. O tempo de concentração foi então, calculado com uso da seguinte fórmula:

$$Tc = ((0,87 \times L^2) / (1000 \times S))^{0,385}: \text{Curso de Água Definido}$$

$$Tc = 0,604(rL/(S/2))^{0,467}: \text{Escoamento Superficial}$$

Onde

Tc: tempo de concentração (horas)

L: comprimento hidráulico da bacia hidrográfica, medido a toda a extensão do percurso de escoamento a partir do limite da bacia até o ponto em que a inundação deve ser determinada (km)

S: inclinação média (m/m).

Neste Estudo, uma aplicação Racional “alternativa” é usada (conforme aplicado nos Programas Universais para Descarga e explicado no Manual de Desenho de Estradas – África do Sul – 5ª edição).

A relação de Hershfield modificada e recalibrada pode ser usada para determinar a precipitação pontual, que por seu turno é convertida em intensidade dividindo-se a precipitação pontual pelo tempo de concentração para até 6 horas de duração de uma tempestade. Para 6 a 24 horas de duração, a interpolação linear é usada entre a precipitação pontual calculada a partir da equação de Hershfield modificada e a precipitação pontual de 1 dia. A relação de Hershfield modificada

é obtida por:

$$PT = 1,13 \times (0,41 + 0,64 \times \log(T)) \times (-0,11 + 0,27 \times \log(t)) \times (0,79 \times M0,69 \times R0,20)$$

Onde

PT: densidade de precipitação para uma duração de t minutos e um período de retorno de T anos

t: duração em minutos

T: período de retorno

M: precipitação diária para um período de retorno de 2 anos

R: número médio anual dos dias com trovoadas

Nota: Foi suposto que o número médio dos dias com trovoadas era de 80.

A precipitação pontual acima citada ainda é sujeita a um factor de redução areal (ARF). As precipitações de tempestades que causam inundações geralmente não são distribuídas de forma equilibrada em termos de tempo e de espaço numa bacia hidrográfica. Por esta razão, é necessário reduzir a densidade de precipitação de acordo com a dimensão da bacia e a duração da tempestade.

O ARF pode ser calculado pela seguinte equação:

$$ARF = (9000 - 12800 \times \log(A) + 9830 \times \log(60 \times Tc))0,4$$

3.2.3 Método Empírico (Cheia Máxima Regional: RMF)

A abordagem de Cheia Máxima Regional (RMF) (Departamento para Assuntos Hídricos e Florestamento da África do Sul, TR137) foi desenvolvida para a África Austral no final da década de 1980 e estima descargas em picos de cheia para os picos de 1:50, 1:100 e 1:200. A RMF é calculada pela fórmula de Francou-Rodier com base na área da bacia hidrográfica e no factor K regional. A relação de Francou-Rodier interpreta:

$$QRMF = 10^6 \times (A/10^8)^{1-0,1 \times k}$$

Onde

QRMF: caudal no pico de cheia máximo regional (m³/s)

K: constante regional

10⁶: MAR total mundial (m³/s)

10⁸: área total mundial das bacias hidrográficas (km²)

A Cheia Máxima Regional (RMF) pode ser aplicada somente para grandes bacias hidrográficas e é baseada no factor K regional. O Relatório – TR137 – Picos de Cheia Máximos Regionais na África do Sul (Departamento para Assuntos Hídricos e Florestamento) também inclui trabalhos realizados no Sul de Moçambique onde o factor K varia de 5,0 a 5,6. Uma análise de sensibilidade foi levada a cabo para comparar os picos de cheia.

3.3 Descarga de Desenho

3.3.1 Descarga de Desenho para 6 Novas Pontes

O presente Estudo considera a substituição das seguintes 6 pontes:

Tabela 3.3.1 Resumo das Características das Bacias Hidrográficas

Ponte	Bacia Hidrográfica (km ²)	Comprimento do Rio (km)	Inclinação (m/m)	Tempo de Concentração (horas)
Ngame I	37.0	13.55	0.014	2.55
Lilasse	46.3	11.00	0.014	2.20
Ninde	39.7	9.80	0.013	2.03
Luculumesi	239.5	24.60	0.014	4.06
Lutembue	56.6	13.60	0.018	2.34
Luambala	131.1	20.10	0.011	3.80

Os métodos de análise acima descritos foram usados para determinar a capacidade de cada estrutura de ponte. A descarga de desenho para cada ponte é definida através dos dois métodos, a saber, Método Racional e Cheia Máxima Regional (RMF).

Os resultados dos cálculos para cada ponte estão apresentados na Tabela 3.3.2 a seguir. Como conclusão dos cálculos, a média entre o valor do Método Racional e o valor da Cheia Máxima Regional (K=5,0) é sugerida a ser aplicada como pico de cheia por ser mais conservadora.

Estes resultados estão revistos e comparados com os resultados de uma investigação local na secção 3.4 do presente Relatório.

Tabela 3.3.2 Resultados dos Cálculos sobre Descarga de Desenho para Cada Ponte

Ponte	Período de Retorno	Pico de Cheia (m ³ /s)					Média
		Racional	RMF				
			K=5,0	K=5,2	K=5,4	K=5,6	
Ngame I	1:20	151.6	-	-	-	-	-
	1:50	200.3	250.9	337.3	453.6	746.4	225.6
	1:100	242.9	314.9	429.1	573.8	949.9	278.9
	RMF	-	608.3	818.0	1099.9	1479.1	-
Lilasse	1:20	209.7	-	-	-	-	-
	1:50	277.1	277.4	371.3	497.1	816.4	277.3
	1:100	336.1	349.3	473.8	630.8	1042.3	342.7
	RMF	-	680.4	910.9	1219.5	1632.5	-
Ninde	1:20	192.3	-	-	-	-	-
	1:50	254.2	259.0	347.8	467.0	767.9	256.6
	1:100	308.3	325.4	442.8	591.3	978.2	316.9
	RMF	-	630.1	846.1	1136.2	1525.7	-
Luculumesi	1:20	613.6	-	-	-	-	-
	1:50	810.8	621.5	805.2	1043.0	1662.7	716.2
	1:100	983.5	786.5	1032.3	1333.9	2129.7	885.0
	RMF	-	1547.6	2004.8	2597.1	3364.3	-
Lutembue	1:20	241.4	-	-	-	-	-
	1:50	319.0	302.7	403.6	538.1	882.9	310.9
	1:100	386.9	382.5	516.7	685.4	1131.3	384.7
	RMF	-	752.3	1003.1	1337.5	1783.4	-
Luambala	1:20	367.5	-	-	-	-	-
	1:50	485.7	440.6	577.7	757.5	1234.9	463.2
	1:100	589.1	563.9	748.6	977.9	1601.6	576.5
	RMF	-	1145.0	1501.2	1968.3	2580.7	-

3.4 Estimativa do Nível de Cheia para as Pontes

3.4.1 Análise de Nível de Cheia

Conforme discutido anteriormente, os picos de cheia para os períodos de retorno de 50 anos e de 100 anos da Tabela 3.3.1 devem ser avaliados através da comparação com métodos adequados e resultados da investigação local.

A tabela que segue apresenta detalhes das pontes existentes incluindo o nível máximo de água registado em cada ponte.

Tabela 3.4.1 Altura do Tabuleiro da Ponte e Nível de Água Apurados na Investigação Local

Ponte	Altura do Tabuleiro* (m)	Nível Máximo de Água Apurado na Investigação Local (m)	Elevação Mínima do Canal* (m)
Ngame I	734.4	732.9	726.5
Lilasse	890.0	893.2	888.0
Ninde	904.0	902.9	899.0
Luculumesi	991.8	990.0	984.1
Lutembue	1046.0	1043.9	1041.2
Luambala	1107.5	1105.5	1100.5

* A altura do tabuleiro da ponte e a elevação mínima do canal foram derivadas dos dados do levantamento topográfico.

3.4.2 Nível de Cheia Sugerido para as 6 Pontes

O software usado para modelar o cálculo do nível de cheia é HEC-Ras, cujo input primário são dados de secção transversal, rugosidade de Manning e picos de cheia. As secções transversais foram derivadas do levantamento topográfico. A rugosidade de Manning foi presumida de 0,035.

A Tabela 3.4.2 mostra os resultados dos cálculos do nível de cheia realizados com o HEC-Ras, que é baseado no cálculo para fluxo não uniforme.

Tabela 3.4.2 Nível de Cheia Sugerido para 50 anos e 100 anos de Período de Retorno

Ponte	Período de Retorno	Descarga (m³/s)	Nível de Cheia Calculado (m)	Resultado da Investigação Local (m)
Ngame I	50 Anos	225.6	731.10	732.9
	100 Anos	278.9	731.68	
Lilasse	50 Anos	277.3	892.76	893.2
	100 Anos	342.7	893.01	
Ninde	50 Anos	256.6	902.47	902.9
	100 Anos	316.9	902.75	
Luculumesi	50 Anos	716.2	992.98	990.0
	100 Anos	885.0	993.63	
Lutembue	50 Anos	310.9	1045.64	1043.9
	100 Anos	384.7	1046.01	
Luambala	50 Anos	463.2	1107.61	1105.5
	100 Anos	576.5	1108.09	

Capítulo 4: Padrões de Desenho Aplicáveis

4.1 Geral

A aplicação de um padrão de desenho adequado irá assegurar que os seguintes objectivos forem alcançados:

- Garantir a segurança, um nível de serviços de alto padrão e o conforto para os utentes da estrada fornecendo uma distância de visibilidade e um espaço para faixa de rodagem adequados.
- Assegurar que a faixa de rodagem seja economicamente desenhada.
- Assegurar a uniformidade no desenho.
- Garantir a segurança das estruturas (pontes e aquedutos).

O presente Estudo mira um melhoramento da estrada Mandimba-Lichinga que tem um comprimento de 148km. A estrada Mandimba-Lichinga é parte do Corredor de Pemba. Estes são os principais corredores mais importantes para a concretização dos objectivos do PARPA e da RSS.

Equipa de estudo propôs o uso das normas de desenho da Comissão de Transportes e Comunicações da África Austral (SATCC), uma vez que estas têm sido comumente usadas em outros projectos na região. As normas de desenho da SATCC também foram aplicadas para a estrada Lichinga-Montepuez.

Assim, as normas da SATCC são os padrões mais apropriados a serem aplicados para a estrada Mandimba-Lichinga.

As normas da SATCC estabelecem um conjunto de documentos de padrões para desenho e construção de estradas e infra-estruturas relacionadas. Os documentos são baseados principalmente nas práticas Norte-americanas e Britânicas mas especificamente adaptados às condições locais. Desta maneira, os referidos documentos e códigos são idealmente adequados a serem usados em projectos de estrada.

4.2 Padrões de Desenho Aplicáveis para o Desenho da Estrada

4.2.1 Parâmetro de Desenho Geométrico

(1) Padrões de Desenho Aplicáveis

O desenho geométrico da estrada baseia-se no “SATCC Code of Practice for the Geometric Design of Trunk Roads, September 1998 – Código de Prática da SATCC para o Desenho Geométrico de Estradas Principais, Setembro de 1998”.

(2) Distância de Visibilidade

Distância de Visibilidade de Paragem e Ultrapassagem

Velocidade de desenho	Distância de visibilidade de paragem	Distância de visibilidade de ultrapassagem
100 km/h	155 m	670 m
80 km/h	115 m	540 m
70 km/h	95 m	-
60 km/h	80 m	410 m
50 km/h	65 m	-
40 km/h	50 m	290 m

(3) Alinhamento Horizontal

Raio Mínimo e Sobrelevação Máxima

Velocidade de desenho: 100kph		Velocidade de desenho: 80kph	
Raio mínimo	Sobrelevação máxima	Raio mínimo	Sobrelevação máxima
420-380-350	6%-8%-10% respectivamente	250-230-210	6%-8%-10% respectivamente
Velocidade de desenho: 70kph		Velocidade de desenho: 60kph	
Raio mínimo	Sobrelevação máxima	Raio mínimo	Sobrelevação máxima
190-175-160	6%-8%-10% respectivamente	140-125-110	6%-8%-10% respectivamente
Velocidade de desenho: 50kph		Velocidade de desenho: 40kph	
Raio mínimo	Sobrelevação máxima	Raio mínimo	Sobrelevação máxima
90-85-80	6%-8%-10% respectivamente	55-50-50	6%-8%-10% respectivamente

Comprimento Mínimo da Curva

Sugerido (m)	Absoluto (m)	
	DA > 5	DA < 5
300	150	150+30(5-DA)

*DA: Ângulo de Viragem

Comprimento Máximo da Curva

Sugerido (m)	Absoluto (m)
800	1,000

Sobrelevação

A Equipa de Estudo recomenda a sobrelevação máxima de 8% para as velocidades de desenho de 80km/h e de 100km/h, levando em conta utentes de bicicletas e veículos pesados a velocidade baixa. Para as secções de povoado com baixa velocidade de desenho, a sobrelevação máxima de 6% é recomendada.

Velocidade de desenho	Raio mínimo	Sobrelevação máxima
100 km/h	380 m	8 %
80 km/h	230 m	8 %
70 km/h	190 m	6 %
60 km/h	140 m	6 %
50 km/h	90 m	6 %
40 km/h	55 m	6 %

Abaulamento Normal

Os valores de abaulamento normal recomendados pela SATCC consistem nos abaixo apresentados. O abaulamento normal de 3% é adoptado, porque a estrada Cuamba-Mandimba-Lichinga está localizada numa área de chuvas intensas.

Baixa precipitação	Alta precipitação
2 %	3 %

Porém, a Equipa de Estudo recomenda o abaulamento normal de 2,5%, tendo em conta utentes de bicicletas, tráfego a baixa velocidade e drenagem.

Raio Mínimo da Curva com Inclinação Transversal Adversa

Baseado num abaulamento normal de 2,5%:

Velocidade de desenho	Valor calculado	Recomendação da SATCC (Unidade Técnica da SATCC, 1995)
100 km/h	4100 m	4500 m
80 km/h	2700 m	3000 m
70 km/h	2100 m	2500 m
60 km/h	1600 m	1800 m
50 km/h	1100 m	1800 m
40 km/h	700 m	-

$$R = V^2 / 127(100e + fs)$$

R: raio da curva circular (m)

V: velocidade de desenho (km/h)

e: abaulamento normal (-2,5%)

fs: atrito lateral ($fs = 0,19 - V/1600$)

Raio Máximo para Uso de uma Curva em Espiral

Velocidade de desenho	Raio máximo para uso de uma curva em espiral
100 km/h	1500 m
80 km/h	900 m
70 km/h	700 m
60 km/h	500 m
50 km/h	350 m
40 km/h	250 m

$$R = 0,145V^2$$

Taxa de Sobrelevação

A figura que segue mostra os valores recomendados para taxa de sobrelevação pela SATCC. Contudo, velocidades de desenho de menos de 60km/h estão fora da consideração, porque as normas da SATCC são aplicáveis a estradas principais com alta velocidade de desenho. Portanto, a Equipa de Estudo recomenda a aplicação do manual da SANRAL da África do Sul.

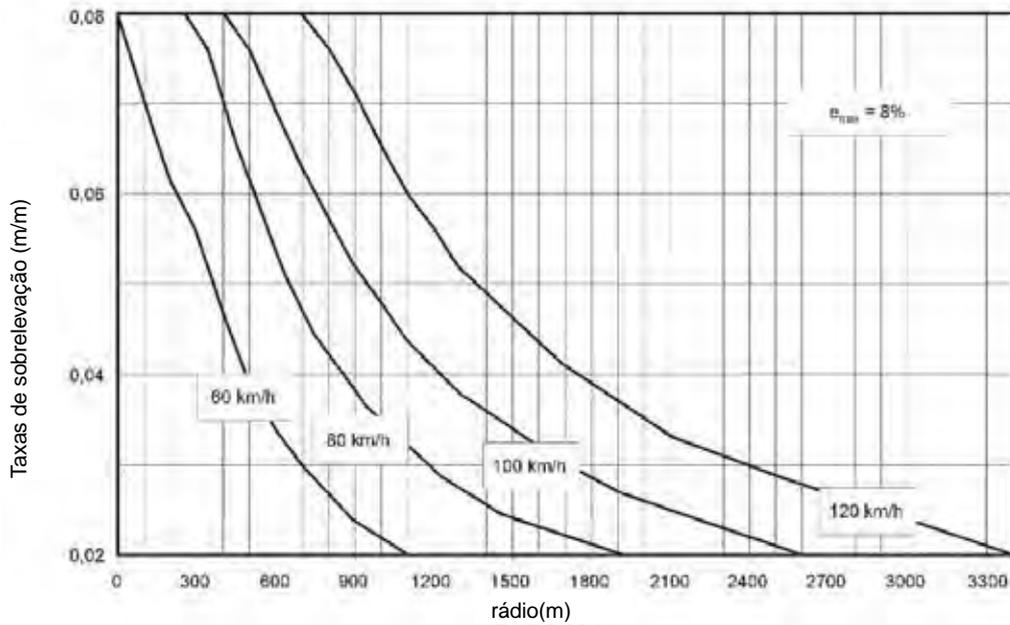


Figura 4.2.1 Taxas de Sobrelevação das Normas da SATCC

valores de sobrelevação para sobre rádio de min de curvatura(%) $e_{max}=6\%$										
rádio (m)	velocidade de desenho (km/h)									
	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
7000	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	RC
5000	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	RC	RC
4000	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	RC	RC	RC
3000	NC	NC	NC	NC	NC	RC	RC	2,0	2,4	3,3
2000	NC	NC	NC	RC	RC	2,3	2,2	2,9	3,4	4,0
1500	NC	NC	RC	RC	2,4	2,9	2,9	3,6	4,2	4,9
1400	NC	NC	RC	RC	2,5	3,1	3,1	3,8	4,4	5,1
1300	NC	NC	RC	2,1	2,6	3,2	3,3	4,1	4,6	5,3
1200	NC	NC	RC	2,3	2,8	3,3	3,4	4,3	4,8	5,5
1000	NC	RC	2,1	2,7	3,2	3,7	4,0	4,8	5,4	5,9
900	NC	RC	2,3	2,9	3,4	3,9	4,3	5,1	5,7	6,0
800	NC	RC	2,5	3,1	3,6	4,2	4,6	5,4	5,9	
700	NC	2,1	2,7	3,4	3,9	4,5	5,0	5,8	6,0	
600	NC	2,4	3,0	3,7	4,2	4,8	5,4	6,0		
500	RC	2,7	3,4	4,1	4,8	5,2	5,9			
400	2,3	3,1	3,8	4,5	5,1	5,7	6,0			
300	2,8	3,7	4,4	5,1	5,7	5,9				
250	3,1	4,0	4,8	5,5	6,0					
200	3,6	4,5	5,2	5,9						
150	3,8	4,7	5,4	6,0						
160	4,0	4,9	5,6							
140	4,3	5,2	5,9							
120	4,6	5,5	6,0							
100	4,9	5,8								
90	5,1	6,0								
80	5,4									
70	5,6									
60	5,9									
50	6,0									

Figura 4.2.2 Taxas de Sobrelevação das Normas da SANRAL (Para Áreas Urbanas)

Comprimento do Espiral (SATCC 1998)

$L (espiral) = 0,0702V^3 / (RC)$

V: velocidade de desenho (km/h)

R: raio da curva circular (m)

C: taxa de aumento da aceleração centrípeta (m/s^3); $1 < C < 3$

Velocidade de Desenho = 10		Velocidade de Desenho = 8	
C (SATCC) = 1.43		C (SATCC) = 1.43	
R	Espiral L (m) SATCC 1998	R	Espiral L (m) SATCC 1998
38	12	23	10
50	9	30	8
60	8	40	6
70	7	50	5
80	6	60	4
90	5	70	3
100	4	80	3
120	4	90	N/A
140	3		
150	N/A		
Velocidade de Desenho = 7		Velocidade de Desenho = 6	
C (SATCC) = 1.43		C (SATCC) = 1.43	
R	Espiral L (m) SATCC 1998	R	Espiral L (m) SATCC 1998
19	8	14	7
20	8	20	5
30	5	25	4
40	4	30	3
50	3	35	3
60	2	40	2
70	N/A	45	2
		50	N/A
Velocidade de Desenho = 5		Velocidade de Desenho = 4	
C (SATCC) = 1.43		C (SATCC) = 1.43	
R	Espiral L (m) SATCC 1998	R	Espiral L (m) SATCC 1998
9	6	5	5
15	4	10	3
20	3	15	2
25	2	20	1
30	2	25	N/A
35	N/A		

Comprimento de Vazamento e de Escoamento

L (escoamento) = $ewl/(s \times 150\%)$ onde:

w: largura da faixa de rodagem (m)

e: sobrelevação no início da curva circular (%)

s: factor de inclinação relativa (%); s = 0,5 ou 0,4 (velocidade de desenho = 80 ou 100km/h respectivamente)

l: factor de faixa de rodagem (= 1 no caso de estrada de sentido duplo)

A mesma fórmula é usada para calcular o vazamento, mas a sobrelevação vai de 2,5% (abaulamento recomendado pela Equipa de Estudo) a 0%.

(4) Alinhamento Vertical

Valores Mínimos de K para Curvas Verticais

Velocidade de desenho	Curva crescente	Curva decrescente	Absoluto
100 km/h	60	36	$L_v = (V^2/360) \times D^*$
80 km/h	33	25	
70 km/h	23	20	
60 km/h	16	16	
50 km/h	11	12	
40 km/h	6	8	

*D: Valor absoluto da álgebra de gradiente vertical (comprimento necessário para a mitigação de impactos)

Uma aceitação estrita do valor de K significaria um aumento substancial nos trabalhos de terraplenagem na área do Estudo cujos terrenos são montanhosos, com o aumento concomitante de custos assim como velocidade de desenho.

Como regra geral, pelo menos o valor absoluto (comprimento mínimo requerido para a mitigação de impactos) tem que ser assegurado para uma condução confortável e ao mesmo tempo, com o valor de K não respondendo aos parâmetros necessários, as operações apropriadas de trânsito tais como marcações e sinais de aviso devem ser introduzidas para a segurança de todos os utentes da estrada.

Comprimentos Mínimos de Curvas Verticais

Velocidade de desenho	Comprimento da curva (m)
100 km/h	180
80 km/h	140
70 km/h	-
60 km/h	100
50 km/h	-
40 km/h	80

Gradiente Máximo

Velocidade de desenho	Gradiente máximo (%)		
	Plano	Acidentado	Montanhoso
100 km/h	4	5	6
80 km/h	5	6	7
70 km/h	-	-	-
60 km/h	6	7	8
50 km/h	-	-	-
40 km/h	7	8	9

Comprimentos Críticos de Declives

Gradiente	Comprimento do declive (m)
3 %	500
4 %	300
5 %	240
6 %	200
7 %	170
8 %	150

A aceitação dos valores da tabela anterior significaria um aumento substancial nos trabalhos de terraplenagem com o aumento concomitante em custos e riscos

adicionais de desestabilização dos estratos do solo local. Assim, a Equipa de Estudo revisou a capacidade de ascensão para camiões grandes. Com base nos resultados desta revisão, a Equipa de Estudo recomenda a aplicação dos valores apresentados na seguinte tabela como comprimentos críticos adequados de declives:

Comprimentos Críticos Recomendáveis de Declives

Gradiente	Comprimento do declive (m)
3 %	N/A
4 %	N/A
5 %	1500
6 %	700
7 %	500

4.2.2 Perfil Transversal Típico

Para a estrada Nampula-Nacala e a estrada Nampula-Cuamba, a largura da faixa de rodagem de 7,0m e a largura da berma da estrada de 1,5m (1,0m da berma pavimentada e 0,5m da margem não pavimentada) foram adoptadas como perfil transversal típico. Para a estrada Lichinga-Montepuez, também foram adoptadas a largura da faixa de rodagem de 7,0m e a largura da berma pavimentada de 1,5m, conforme recomendadas no SATCC 1998.

A Equipa de Estudo recomenda que o perfil transversal típico aplicado para a estrada Nampula-Nacala e a estrada Nampula-Cuamba seja adoptado também para a Estrada em Estudo para assegurar a consistência no padrão de desenho. Em adição, o risco de acidentes de viação pode tornar-se maior com o aumento do volume de trânsito e a elevação da velocidade de condução. Portanto, propõe-se uma largura da berma da estrada de 2,5m (2,0m da berma pavimentada e 0,5m da margem não pavimentada) para as áreas povoadas, uma vez que há um grande número de peões na estrada. Os perfis transversais típicos propostos consistem nos seguintes:

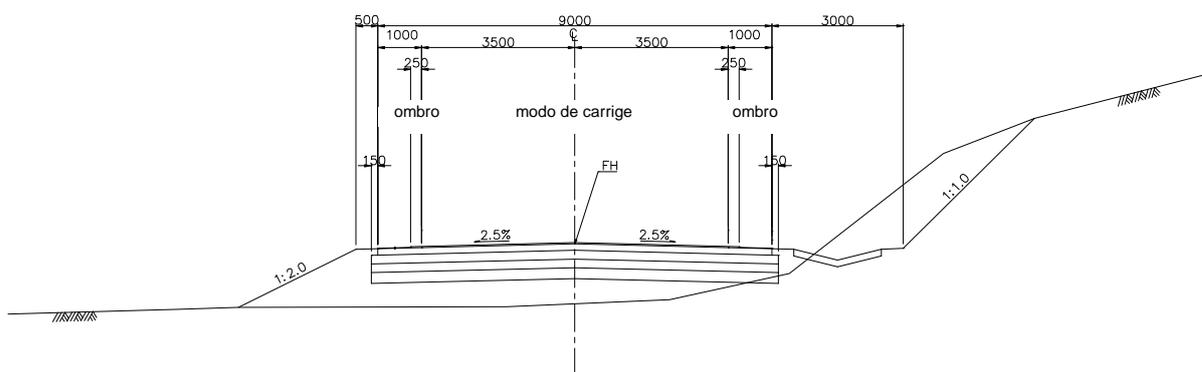


Figura 4.2.3 Perfil Transversal Típico Proposto (para Áreas Não Povoadas)

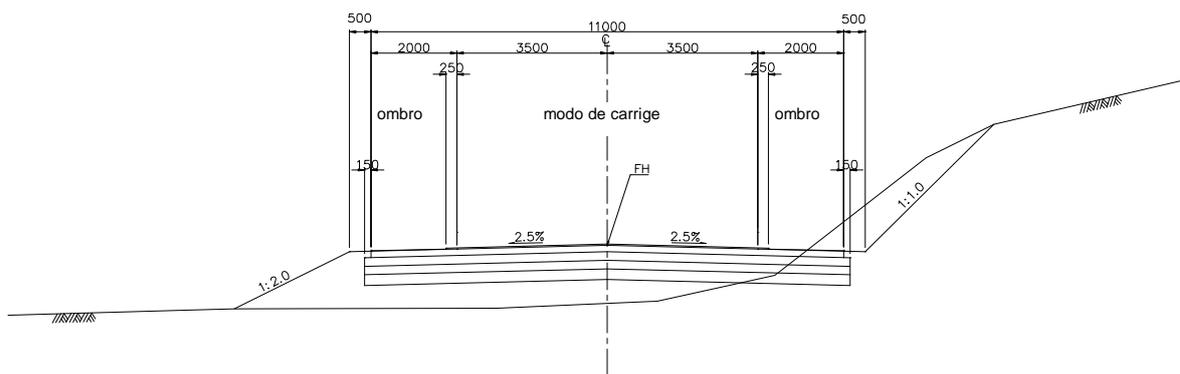


Figura 4.2.4 Perfil Transversal Típico Proposto (para Áreas Povoadas)

E a investigação local indicou que o separador central estava colocado na estrada dentro da Mandimba-sede e que havia um grande número de peões na estrada. Por estas razões, para a Mandimba-sede, é proposto o seguinte perfil transversal típico tendo em conta a forma da estrada existente:

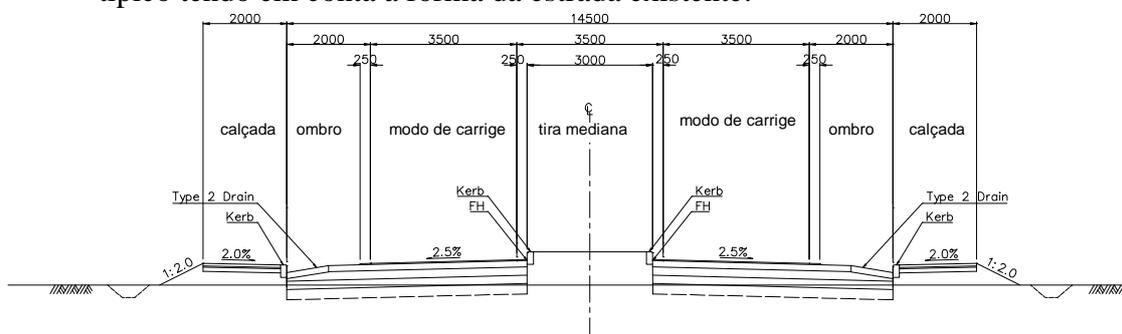


Figura 4.2.5 Perfil Transversal Típico Proposto (Mandimba-sede)

4.2.3 Desenho de Pavimento

(1) Método Aplicável de Desenho

O desenho de estruturas de pavimento é baseado nos métodos estabelecidos pelo “SATCC Practice for the Design of Road Pavements – Práticas para o Desenho de Pavimentos de Estradas da SATCC”. Além dos padrões da SATCC, outros métodos de desenho tais como “Road Notes 31 – Notas de Estradas 31” e “TRH4 da África do Sul” também são considerados como referência.

Os padrões da SATCC e o Road Notes 31 são seleccionados para composição de pavimento a partir dos dados apresentados nos apêndices, depois da determinação de algumas condições respectivas. Estes métodos têm sido conhecidos e descritos como método empírico e são convenientes para a selecção da composição de pavimento. Ao mesmo tempo, os métodos teóricos tal como método de elasticidade por multicamada estão a globalizar-se e tornar-se num padrão comum para o desenho de pavimento.

No presente Estudo, a composição de pavimento determinada pelo método empírico deve ser revista com base no South African Mechanistic Pavement Rehabilitation Design Method – Método Mecanicista Sul-africano de Desenho para Reabilitação de Pavimentos.

(2) Vida de Desenho de Pavimento

A vida de desenho de uma estrada pode ter um grande impacto sobre as especificações de desenho de sua estrutura de pavimento e é, portanto, importante defini-la a um período apropriado. Normalmente, um período de 10, 15, ou 20 anos é adoptado, sendo seleccionada uma vida de desenho adequada de acordo com as circunstâncias únicas de cada projecto. A seguinte tabela baseada nos padrões da SATCC fornece algumas orientações para a selecção.

Tabela 4.2.1 Orientações para a Selecção de Vida de Desenho de Pavimento

		Importância/Nível de Serviço	
		Baixo A	Alto
Fiabilidade dos Dados de Desenho	Baixo	10 a 15 Anos	15 Anos
	Alto	10 a 20 Anos	15 a 20 Anos

A Estrada em Estudo está, na sua maioria, localizada nas áreas carentes sem dados históricos confiáveis sobre o trânsito disponíveis e passa paralelamente a uma linha-férrea existente. Em tais casos, a possibilidade de cometer erros significativos na previsão de trânsito a longo prazo é grande. Dado isto, uma vida de desenho de 15 anos é recomendada.

(3) Factor de Equivalência de Veículo (VEF)

O efeito danificador de todos os eixos que se esperam passar pela estrada é convertido em Eixo Padrão Equivalente (E80) cuja soma num período escolhido de desenho é calculada, de modo a tornar a base para o desenho estrutural de pavimento. Esta cifra é denominada carga de tráfego desenhada e é expressa em milhões E80. A carga de tráfego desenhada representa um trânsito cumulativo que se espera haver na faixa mais pesadamente carregada durante aquele período de desenho.

O Eixo Padrão Equivalente (E80) para o desenho de pavimento de estradas com a superfície betuminada deve ser baseado em pesquisas sobre carga por eixo voltadas para cada projecto. Assim, os levantamentos sobre carga por eixo foram realizados pela Equipa de Estudo sob as seguintes condições:

- Data de Pesquisa: 20 de Maio de 2009 a 22 de Maio de 2009 (3dias)
- Hora de Pesquisa: 7:00 a 19:00 (12hs)
- Local de Pesquisa: N13 em Cuamba, Lichinga e Mandimba (2 sentidos)

A informação mínima necessária a ser obtida dos levantamentos sobre carga por eixo incluiu os seguintes dados:

- Carga por eixo de veículos pesados, independentemente de estar carregado ou não.
- Categoria de veículo:
 - 1: Veículo de Passageiros Médio
 - 2: Veículo com tracção a Quatro Rodas
 - 3: Minibus e Autocarro Pequeno
 - 4: Autocarro Médio/Grande
 - 5: Veículo de Carga Ligeiro

- 6: Veículo de Carga Médio
- 7: Veículo de Carga Pesado
- 8: Veículo de Carga Super Pesado

- Carga em cada faixa (direcção) da estrada

Cada eixo numa combinação de eixo múltiplo (como por exemplo, bogie, triplo, etc.) foi medido separadamente.

O efeito danificador de um eixo passando sobre o pavimento é expresso pelo factor equivalente relativo a um eixo padrão equivalente (E80) de 8.160kg de carga:

$$\text{Factor Equivalente} = [\text{Carga por Eixo (kg)} / 8160]^{4.5}$$

O Factor de Equivalência de Veículo (VEF) para cada veículo observado nos levantamentos de carga por eixo foi determinado e um valor médio foi calculado subsequentemente para cada categoria de veículo pesado. Os resultados dos cálculos de VEF baseados nos levantamentos de carga por eixo estão apresentados na Tabela 4.2.2.

O número dos autocarros médios/grandes é muito limitado devido às condições precárias da estrada e o valor obtido para esta categoria não apresenta alta confiabilidade. Portanto, a Equipa de Estudo recomenda a aplicação do valor de “1,02” usado no desenho detalhado para a estrada Nampula-Cuamba. E sugere-se que o valor médio seja aplicado como Factor de Equivalência de Veículo (VEF), por ser mais conservador.

Tabela 4.2.2 VEF por Categoria de Veículo e Ponto de Pesquisa

Categoria de Veículo	Cuamba	Mandimba	Lichinga	Média
4: Autocarro Médio/Grande	-	-	0.008	0.008
6: Veículo de Carga Médio	0.415	0.080	0.390	0.401
7: Veículo de Carga Pesado	0.016	-	11.174	4.798
8: Veículo de Carga Super Pesado	11.194	10.509	21.496	13.338

Nota: As categorias de veículo 1, 2, 3 e 5 não são aplicáveis para o desenho de pavimento.

4.2.4 Instalações de Segurança Rodoviária

(1) Sinais Rodoviários

A Equipa de Estudo recorre aos manuais da SATCC de Novembro de 1997 para especificar os sinais e marcações de estradas. Como regra geral, os sinais rodoviários advertem os automobilistas de modo a aumentar a segurança de todos os utentes da estrada inclusive os peões. As marcações rodoviárias consistem em pinturas horizontais reflectoras na superfície da estrada, enquanto os sinais de estradas incluem postes de sinal verticalmente erguidos. Seguem-se abaixo os diferentes tipos de sinais de estradas:

- Sinais de perigo
- Sinais reguladores
- Sinais de prioridade
- Sinais de proibição

- Sinais obrigatórios
- Sinais informativos

(2) Barreira de Protecção

A colocação de barreiras de protecção também é levada em conta no Estudo como instalação de segurança rodoviária. As barreiras de protecção devem ser dispostas em frente e atrás das novas pontes, bem como nas secções com o enchimento de 4 metros ou mais de profundidade, de acordo com a seguinte ilustração:

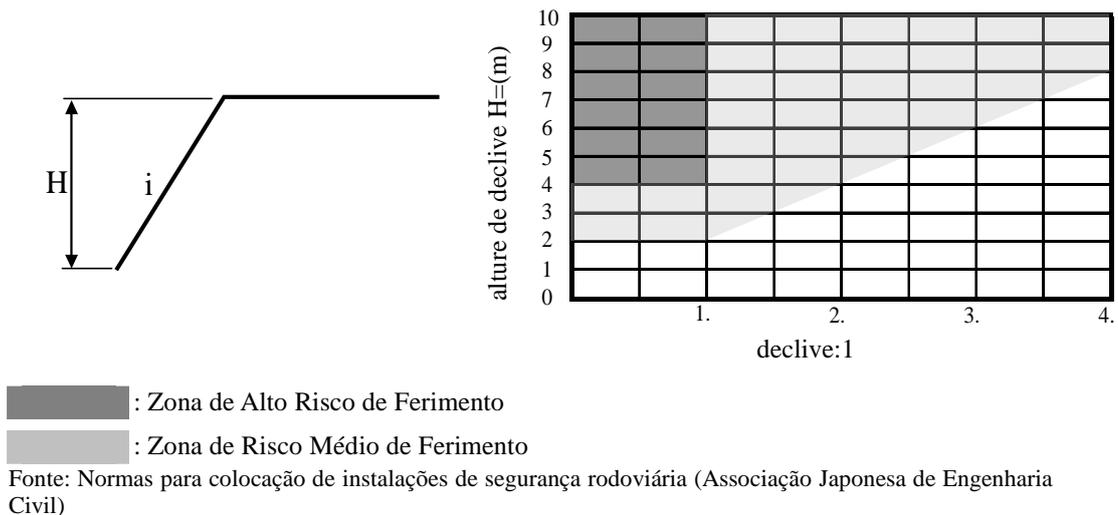


Figura 4.2.6 Risco de Ferimento devido à Queda

4.3 Padrões de Desenho Aplicáveis para Pontes e Aquedutos

4.3.1 Padrões de Desenho Aplicáveis

Durante muito tempo, as normas e especificações portuguesas foram usadas amplamente para o desenho de pontes e aquedutos em auto-estradas em Moçambique. Depois de sua introdução em 1981, o “SATCC Code of Practice for the Design of Highway Bridges and Culverts in South Africa – Código de Prática da SATCC para o Desenho de Pontes e Aquedutos em Auto-estradas na África do Sul” tornou-se a referência principal para padrões e especificações de desenho, embora este ainda esteja deixado num carácter provisório.

Visto que os códigos da SATCC são formulados com base nos Códigos de Desenho Britânicos, a ANE ainda recorre aos códigos portugueses para verificar desenhos elaborados pelos códigos da SATCC. A última versão de código da SATCC (de Setembro de 1998, reeditada em Julho de 2001) deve ser adoptada como normas e especificações de desenho para as pontes e aquedutos na Estrada em Estudo. As especificações relevantes publicadas pela AASHTO, o Padrão Britânico (BS) e o Código Português para Pontes também são usados.

4.3.2 Perfil Transversal para Pontes e Aquedutos

(1) Perfil Transversal da Ponte

A selecção da largura da faixa de rodagem é baseada no volume de trânsito, tipos de veículo, velocidade de desenho e local do projecto (área rural ou

urbana). Portanto, de acordo com o Código de Prática da SATCC, uma largura de 3,1m a 3,7m é recomendada para faixa de rodagem e de 0,5m a 1,0m para berma da estrada.

Porém, os códigos de desenho da SATCC não fornecem nenhuma regra aplicável para perfil transversal e largura de pontes. Assim, nos projectos anteriores de pontes foram aplicadas várias larguras dependendo das condições circundantes às áreas onde as pontes estavam localizadas.

É reconhecido que uma diferença em largura de perfil transversal entre pontes e estradas de aproximação afectaria a segurança de trânsito, e que a largura de ponte afecta os custos de construção, embora sejam uma soma não muito alta do custo total de projecto. Considerando estes aspectos, a Equipa de Estudo discutiu com o pessoal da ANE e decidiu o corte-transversal da ponte a aplicar a este Estudo como a figura abaixo ilustra.

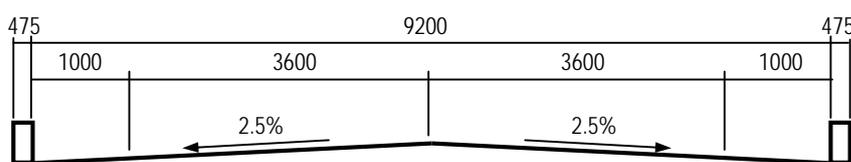


Figura 4.3.1 Perfil Transversal da Ponte

(2) Perfil Transversal de Aqueduto

O custo de construção de aquedutos não é tão alto que as pontes, portanto os cortes transversais de aquedutos serão seleccionadas da mesma forma como o corte transversal da estrada tendo em conta a segurança de trânsito do que o aspecto de custos.

4.3.3 Critérios de Desenho

(1) Metodologia de Desenho

Todos membros da estrutura são desenhados aos métodos Limitados do Estado sob as condições mais adversas de carga e as combinações definidas de carga de acordo com o código de SATCC. O critério de desenho de limite de Estado aplica-se ao seguinte:

- Estados Finais de Limite, que corresponde à carga máxima da capacidade de carregamento
- Estados de Limite de Manuseamento, que são relacionados ao critério que zela pelo uso normal e durabilidade do desvio

(2) Critérios de Carregamento para Pontes

Carga Viva

Os seguintes três tipos de carga viva devido ao tráfico serão consideradas de acordo com os códigos de SATCC:

- Carga de NA: representando trânsito normal
- Carga de NB: unidade de carregamento representando um veículo único de peso anormal
- Carga de NC: representando uma combinação de reboque com multi-rodas.

Estas cargas serão aplicadas separadamente, de certa maneira que causará os efeitos mais severos nos elementos da estrutura em apreciação. A carga viva será aumentada devido a dinâmica e efeitos da vibração de acordo com os códigos de SATCC.

Peso Morto

O peso morto é uma componente principal para determinar o peso de uma estrutura de ponte. O peso morto pode ser calculado baseado na unidade de pesos especificada nos códigos de SATTC. As principais unidades de peso para materiais são como se segue:

- Aço:	7.850 tf/m ³
- Betão armado:	2.600 tf/m ³
- Betão pré-forçado:	2.600 tf/m ³
- Betão simples:	2.400 tf/m ³

Outras Cargas

Seguintes cargas serão consideradas no desenho de ponte:

- Pressão da terra
- Carga de vento
- Força de travões
- Efeitos térmicos
- Força sísmicas

Entende-se que as forças sísmicas geralmente não foram consideradas nos desenhos anteriores de pontes em Moçambique. Contudo, as forças sísmicas serão consideradas no nível mínimo em harmonia com a nova política da ANE.

(3) Inundações, Navegação e Outras Desobstruções

Frequência de Inundações de Desenho

A selecção do período de retorno para o desenho da ponte ou aqueduto terá um grande impacto no tamanho das estruturas que afectará o custo total envolvido. A adopção de um período mais alto de retorno diminuiria a probabilidade de inundação na estrada, danos à estrada e outras estruturas assim como pode resultar numa ligação rodoviária mais segura para os utentes de estrada. No entanto, isto também pode causar um aumento substancial na capital inicial e futuros custos de manutenção.

As directrizes da ANE estipuladas na Estratégia para Estradas Nacionais propõem um período de retorno apropriado à descarga de desenho. Os períodos de retorno para o desenho de ponte e aqueduto são propostos a ser seleccionados na seguinte tabela.

Mas a Equipa de Estudo recomenda que o intervalo de recorrência de 100 anos será usado para o desenho de ponte por causa das recentes intensas chuvas e mudança de clima.

Tabela 4.3.1 Período de Retorno Desenhado para Estrutura Transversal por Descarga de Desenho

Pico da Descarga T=20Anos	Intervalo de Recorrência (anos)			
	Tubo	Aqueduto	Estrutura de baixo nível	Estrutura de alto nível
$20\text{m}^3/\text{s} > Q$	5	10	10	20
$20\text{m}^3/\text{s} < Q < 250\text{m}^3/\text{s}$	10	20	20	50
$Q > 250\text{m}^3/\text{s}$	30	30	30	100

Descargas de Desenho

As descargas de desenho serão calculadas usando dois métodos de comparação, nomeadamente; o Método Racional e o método de Cheia Máxima Regional, e verificado com as entrevistas aos residentes local.

Assim como o desenho da descarrega, o nível alto de água (H.W.L.) para o desenho de ponte e aqueduto também é calculado usando a análise hidrológica.

Desobstrução das Cheias

Não há nenhum padrão para a desobstrução da inundação (tábua livre) nos códigos de SATCC. A desobstrução da inundação normalmente é determinada tomar em consideração a presença dos escombros tal como pedaços de madeira num rio durante a inundação assim como o volume da descarga da inundação.

Embora os desenhos anteriores de ponte aplicavam uma desobstrução que variar de 1,5 a 2,0m, as especificações de desenho de Conselho de Estradas da África do Sul serão aplicadas para as novas pontes nas Estradas em Estudo considerando a semelhança da região. Esta especificação determina a desobstrução da base da viga baseado no desenho da descarga de inundação apresentada na Tabela 4.3.2.

Tabela 4.3.2 Desobstrução da Inundação para o Desenho da Ponte

Descarga de Desenho V (m ³ /m)	V<100	100<V<200	200<V<400	400<V<1000	1000<V
Desobstrução (m)	0.3	0.5	0.7	1.0	0.6 + HWL/15

Fonte: Código de procedimentos para a planificação e desenho das estruturas, Conselho de Estradas da África do Sul

Para o desenho de aqueduto, um fluxo adicional de 20% será considerado ao determinar o tamanho de aqueduto, para permitir a desobstrução da inundação.

Desobstrução de Navegação

Não há nenhum rio que exige uma desobstrução para navegação na Estrada em Estudo. Assim, as forças devido à colisão dos navios não serão consideradas no desenho da ponte.

Capítulo 5 Desenho Preliminar de Engenharia

5.1 Introdução

5.1.1 Introdução

Este capítulo debruça sobre o conceito de melhoramento, rotas alternativas e desenho para a Estrada em Estudo, todo como derivado dos resultados de pesquisa de local, isto é, inventário de estrada, condição natural e pesquisa hidrológica, e pesquisa de inventário de ponte. O propósito principal deste capítulo visa determinar se os respectivos cenários de melhoramento são viáveis.

5.1.2 Conceito do Projecto

O conceito de melhoramento da estrada, que é ditado pela função de estrada, influenciará o custo final da construção do Projecto. Assim, o conceito de melhoramento deve ser determinado de acordo com a função da estrada, importância, etc.

Nas discussões com a ANE e os resultados de pesquisas de campo pela Equipa de Estudo, o conceito do Projecto foi confirmado como se segue:

- Criar uma ligação de estrada primária eficiente assegurando o fluxo livre de trânsito durante todo ano correspondendo à futura exigência de trânsito
- Criar uma ligação de estrada primária segura reduzindo o risco de acidentes e o índice de ferimentos a peões por veículos motorizado

5.2 Examinação das Rotas Alternativas Concebíveis e Desenho de Pavimento

5.2.1 Processo de Desenho Geométrico

(1) Política de Desenho e Regras Gerais

O melhoramento da Estrada em Estudo irá satisfazer os padrões geométricos de SATCC para segurança de estrada. No entanto, é importante que os impactos ambientais, tanto sociais e naturais sejam reduzidos. Assim, os seguintes conceitos de alinhamento de estrada foram discutidos e foram concordados entre a ANE e a Equipa de Estudo. Como regra geral:

- O plano de realinhamento é baseado na estrada melhorada mantendo-a ao seu alinhamento existente (excepto onde o realinhamento menor é exigida para rectificar as curvas) para acomodar uma velocidade de desenho.
- O plano de realinhamento deve reduzir o número de casas e as pessoas afectadas.
- O plano de realinhamento deve considerar reduzir os impactos negativos às infra-estruturas públicas (escolas, hospitais, etc), santuários (igrejas, mesquitas, cemitérios, etc), locais históricos (monumentos históricos, etc) e instalações sociais tal como os poços de água.
- O plano de realinhamento deve considerar reduzir os impactos negativos ao ambiente residencial pelo uso de caminhos apropriados, tal como

desvio.

- O plano de realinhamento deve considerar reduzir o número de passagens de níveis de ponto de vista de segurança rodoviária.

(2) Estabelecendo o realinhamento

Antes de mais, ambos, o alinhamento horizontal e vertical devem ser traçados para verificação da suficiência ao parâmetro adoptado de desenho. Conforme mencionado anteriormente, o alinhamento basicamente segue a estrada existente, mas o realinhamento que acomoda uma velocidade de desenho é necessária nas secções de sub-padrão tal como nas pequenas curvas, declives de precipício e passagens tortos de níveis. Adicionalmente, as seguintes condições devem ser reflectidas no plano de realinhamento.

- Pontes avaliadas como tendo óptimas condições pela pesquisa de inventário de ponte deve continuamente ser usadas para reduzir os custos capitais iniciais. (Veja Tabela 5,2,1)
- O COI (Corredor de Impacto: veja abaixo) deve ser colocados fora das áreas consideráveis tal como complexos escolares.
- O novo alinhamento vertical deve ser mantido no nível existente do terreno na área urbana como Mandimba.
- Alto nível de água para a nova ponte substituída neste projecto deve ser reflectido no novo alinhamento vertical.

Tabela 5.2.1 Pontes Mantidas na Estrada em Estudo

No.	Nome da Ponte	Estação	Comentários
1	Namiungu	8+061	
2	Luchimua	18+507	
3	Luelele	35+738	

(3) Corredor de Impacto (COI)

O corredor de Impacto (COI) é área necessária para actividades de construção e significa que uma área mínima necessita de reassentamento e compensação. No projecto de estrada Nampula – Cuamba, o GOM vai adiantar uma compensação em harmonia com o conceito de COI e vai estender este conceito à estrada em estudo.

Durante a construção, o empreiteiro tem que fornecer um desvio para os utentes de estrada. Nas secções rurais da estrada, a largura mínima de desobstrução da berma da estrada deve ser aproximadamente 7m (veja Figura 5,2,1) tipicamente incluindo um desvio. Na secção do povoado, as actividades de construção, basicamente devem ser executadas dentro da largura presente da estrada.

No general, de ponto de vista de segurança, não é permitido um desvio a passar num recinto escolar e/ou hospitalar. Ademais, também não é permitido passar por cemitério, porque um desvio também é avaliado como terra pretendida para compensação e aquisição por mais que seja por um período curto.

Doravante, em caso em que um espaço entre a margem da estrada e limite considerável (por exemplo cemitério) não é suficiente para as actividades de construção, a linha central da estrada deve ser afastada como se mostra abaixo:

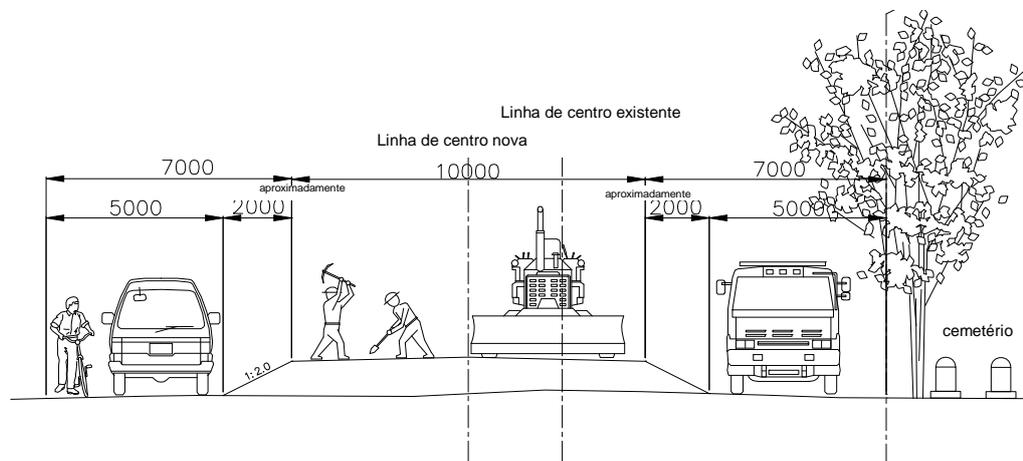


Figura 5.2.1 Conceito da Área de Construção (e.g. Cemitério)

5.2.2 Avaliação das Alternativas Concebíveis

(1) Procedimento da Rota Preferível e Desenho

As alternativas para o alinhamento de estrada e desenho devem ser determinadas e comparadas de acordo com o conceito. A opção "Não faz nada" não é apropriada ao conceito de melhoramento acima descrito. Neste estudo, a rota preferível e o desenho devem ser seleccionados de acordo com o seguinte procedimento.

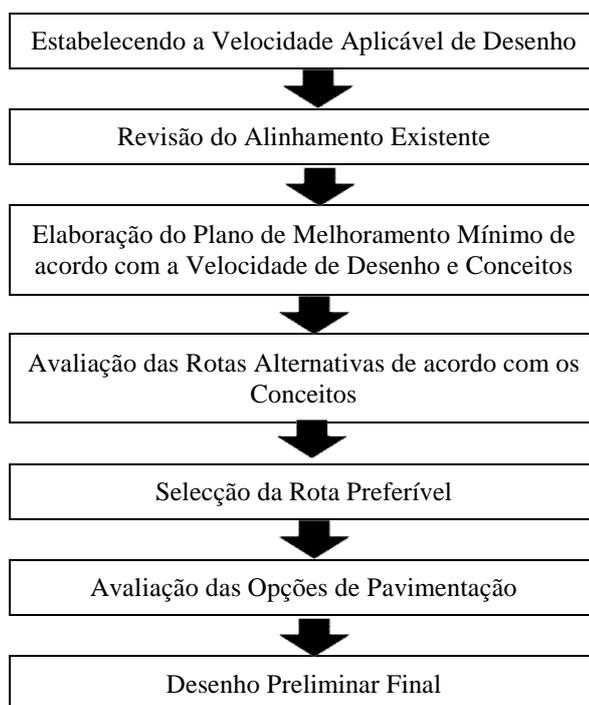


Figura 5.2.2 Procedimento da Rota Preferível e Desenho

(2) Desenho Aplicável de Velocidade

Os padrões de SATCC recomendam uma velocidade de desenho de 120km/h para estradas principais se a topografia assim permitir. Em caso de terreno rolante ou montanhoso, a velocidade de desenho deve ser reduzida a 100km/h ou 80km/h, respectivamente. Entretanto, os Padrões de Desenho da ANE (Esboço) recomendam uma velocidade de desenho de 100km/h para a estrada primária com pavimentação de asfalto e 60km/h para estrada primária nivelada.

As observações durante a pesquisa de campo indicam que a estrada em estudo se encontra em várias condições topográficas. Além de mais, o alinhamento existente tanto horizontal e vertical não acomoda a condução em alta velocidade. Assim, os melhoramentos a uma velocidade constante de desenho de 120 km/h significariam um aumento substancial no custo de construção, com o aumento concomitante na área afectada. Isto significa desviar-se dos conceitos discutidos e decidido anteriormente. Em particular, o factor topográfico deve ser absolutamente considerado para determinar a velocidade de desenho.

Portanto, baseando nos conceitos supracitados tal como a redução das áreas afectadas e consistência com a estrada de Nampula-Cuamba, e de ponto de vista de gestão de trânsito e operação, recomenda-se o seguinte velocidade de desenho como regra geral.

Tabela 5.2.2 Velocidade de Desenho Recomendável

Terreno	Plano	Rolante	Montanhosa	Zona Povoada
Desejado	100km/h	80km/h	60km/h	40 to 60km/h
Mínimo	80km/h	60km/h	40km/h	

(3) Avaliação e Selecção da Rota Preferível

Nesta secção examina-se a rota mais preferível. Como regra geral, o novo alinhamento para a Estrada em estudo deve seguir o alinhamento existente. Porém, necessitar-se-ia alguns reassentamento ou aquisição de terra para manter o requisito mínimo de desenho. Por isso, a selecção da rota deve ser considerada não só de ponto de vista económico mas também ter em conta os impactos ambientais. por esta razão, seguindo o seguinte critério, a rota mais preferível é seleccionada.

Tabela 5.2.3 Critério e Pontuação para Avaliação das Alternativas

Critério		Detalhe	Pontuação
Custo de Construção		•Custo mais baixo	5
		•Alto (0 – 10%) que o custo mais baixo	4
		•Alto (10 – 20%) que o custo mais baixo	3
		•Alto (20 – 30%) que o custo mais baixo	2
		•Alto (30 – 50%) que o custo mais baixo	1
		•Mais de 50%	0
Efeito na redução de Impacto Social (Número das casas afectadas)		• 0 –10	5
		•10 – 20	4
		•20 – 30	3
		•30 – 40	2
		•40 – 50	1
		•Mais de 50	0
Efeito na redução de Impacto Natural		•Impacto menor	2
		•Impacto significativo	0
Segurança rodoviária	Velocidade de desenho	•Velocidade constante de desenho	2
		•Diferente velocidade de desenho	0
	- Curvatura Horizontal (deg/km)	<ul style="list-style-type: none"> •Alto efeito de melhoramento •Efeito médio de melhoramento •Baixo efeito de melhoramento 	3
	- Subida + Descida (m/km)		2
	- No. de subidas + descidas (No./km)		1
- Número de passagens de níveis			

Da política de desenho acima discutida, seguintes alternativas são consideradas.

Alternativa-1: Melhoramento Mínimo: A alternativa-A visa rectificar as únicas secções abaixo dos padrões requeridos para acomodar os requisitos mínimos abaixo mencionados:

- Aplicação do padrão geométrico de acordo com uma velocidade de desenho
- Utilização contínua das pontes de qualidade
- Aquisição do COI e a área da reserva da linha-férrea
- Melhoramento da passagem de nível de ponto de vista de segurança
- Aplicação de alto nível de água calculado para as novas pontes

Alternativa-2: Melhoramento de vulto: A alternativa-B visa considerar seguintes condições para além das da Alt. -A:

- Consideração do Desvio em área povoada
- Consideração da redução de número de passagens de nível
- Aplicação de uma alta velocidade de desenho no terreno montanhoso

Dos resultados da pesquisa do local pela Equipa de Estudo, seguintes secções devem ser comparadas de acordo com as alternativas dos conceitos acima citados.

Secção -1: Estrada Mandimba – Lichinga (K.P.81+000 – K.P.82+300)



Razões para Comparação:

O alinhamento horizontal existente desta secção é classificado em menos de 40km/h como uma velocidade de desenho devido ao prosseguimento da crista da bacia hidrográfica no terreno montanhoso. Alt.-1 visa acomodar uma velocidade de desenho de 40km/h necessário como padrão mínimo. Porém, a adopção de diferente desenho de velocidade numa curta secção não é recomendável de ponto de vista de segurança. Portanto, Alt.2-1 e 2-2 aplicam o desenho de velocidade de 80km/h para garantir a consistência e segurança.

Figura 5.2.3 Rota de Comparação para Secção - Section-1 (k.p.81+150 – k.p.82+800)

Tabela 5.2.4 Tabela de Comparação para Secção -1 (k.p.81+150 – k.p.82+800)

Itens		Alt.-1		Alt.-2-1		Alt.-2-2	
Comprimento (km)		1.624		1.252		1.106	
Velocidade de desenho		40km/h	0	80km/h	2	80km/h	2
Custo de Construção * (USD)		897,477 (1.00)	5	1,105,604 (1.23)	3	1,543,256 (1.72)	0
Efeito de Redução no Impacto Social (Número de casas afectadas)		0	5	1	5	0	5
Segurança rodoviária	Curvatura Horizontal (deg/km)	764.4	1	148.5	2	13.6	3
	Subida + Descida (m/km)	50.2	1	31.4	3	45.2	2
	No. de subida + descida (No./km)	7.5	1	0.8	3	2.7	2
Avaliação		3	13	1	18	2	14

*: Custo Directo de Construção

Nota: Força Aplicável de Sub-grau Alt.-1 (S3), Alt.-2-1 (S2), Alt.-2-2 (S2)

Secção-2: Estrada Mandimba – Lichinga (K.P.145+000 – K.P.146+500)



— :Alt.-1 — :Alt.-2-1 — :Alt.-2-2

Razões para Comparação:

O alinhamento horizontal existente desta secção é classificado em menos de 40km/h como uma velocidade de desenho devido ao prosseguimento da crista da bacia hidrográfica no terreno montanhoso. Alt.-1 visa acomodar uma velocidade de desenho de 40km/h necessário como padrão mínimo. Porém, a adopção de diferente desenho de velocidade numa curta secção não é recomendável de ponto de vista de segurança. Alt.2-1 e 2-2 aplicam o desenho de velocidade de 80km/h para garantir a consistência e segurança.

Figura 5.2.4 Rota de Comparação para Secção - Section-2 (k.p.145+750 – k.p.147+500)

Tabela 5.2.5 Tabela de Comparação para Secção -2 (k.p.145+750 – k.p.147+500)

Itens		Alt.-1		Alt.-2-1		Alt.-2-2	
Comprimento (km)		1.710		1.580		1.382	
Velocidade de desenho		40km/h	0	80km/h	2	80km/h	2
Custo de Construção* (USD)		883,540 (1.21)	3	728,463 (1.00)	5	1,382,099 (1.90)	0
Efeito de Redução no Impacto Social (Número de Casas Afectadas)		0	5	0	5	2	5
Segurança rodoviária	Curvatura Horizontal (deg/km)	277.1	1	234.4	2	28.6	3
	Subida + Descida (m/km)	38.4	3	40.5	2	45.7	1
	No. subidas + descidas (No./km)	3.5	1	1.9	3	2.1	2
Avaliação		2	13	1	19	2	13

*: Custo Directo de Construção

Nota: Força Aplicável de Sub-grau Alt.-1 (S3), Alt.-2-1 (S2), Alt.-2-2 (S2)

(4) Alinhamento Recomendável

A tabela a seguir mostra a magnitude de melhoria e o efeito do alinhamento recomendado. No que diz respeito ao troço entre Mandimba e Lichinga, embora o alinhamento horizontal quase satisfaz os critérios para uma velocidade de 80km/h, o alinhamento vertical deve ser melhorado mais de 50% para responder uma velocidade de 80km/h, conforme apresentado na Figura 5.2.5. Isto significa que esta secção deve ser melhorada em grande escala.

Tabela 5.2.6 Magnitude de Melhoria e Efeitos (Mandimba-Lichinga)

			Existente	Plano
Comprimento (km)			148.1km	148.6km
Terreno			Rolante e montanhoso	Rolante e montanhoso
Velocidade de desenho			-	80km/h
Geometria	Horizontal Curvatura	deg/km	164.1 (1.00)	174.8 (1.07)
	Subida + Descida	m/km	55.8 (1.00)	24.2 (0.43)
	No. de subidas + Descidas	no./km	3.1	2.8

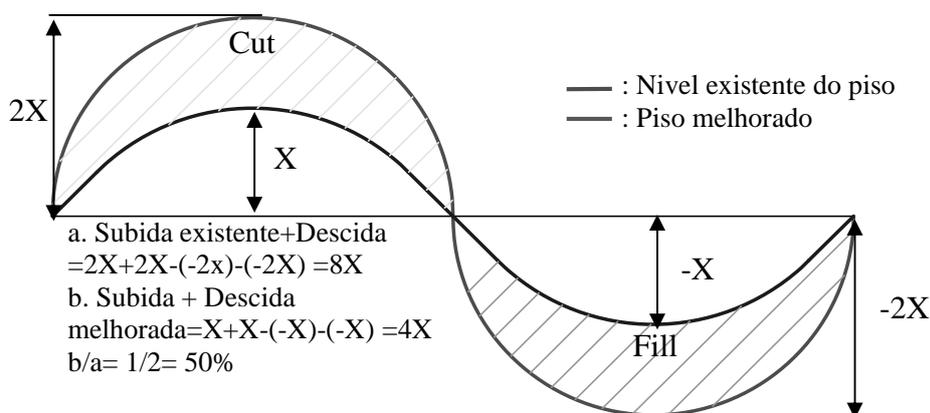


Figura 5.2.5 Imagem melhorada do alinhamento vertical

5.2.3 Desenho Preliminar para as Opções de Pavimento

(1) Categoria da Estrada e Profundidade de Desenho

De acordo com o esboço TRH4, a Estrada em Estudo é categorizada como uma estrada de categoria B. Esta categoria está decidida pela função de estrada, o volume de tráfego e assim por diante. Além disso, essa estrada destaca características típicas de pavimentação, incluindo a profundidade de desenho, conforme indicado abaixo

Tabela 5.2.7 Definições de Categorias de Estrada

CATEGORIA DE ESTRADA				
	A	B	C	D
Nível de serviço	Nível de serviço muito alto	Nível de serviço muito alto	Nível de serviço moderado	Nível de serviço moderado a baixo
CARACTERÍSTICAS TÍPICAS DE PAVIMENTO				
RISCO	Muito baixo	Baixo	Médio	Alto
Confiança do Desenho (%)	95	90	80	50
Total Equivalente Carga de tráfego (E80/faixa)	3 – 100 x 10 ⁶ acima de 20 anos	0.3 – 10 x 10 ⁶ Dependendo da estratégia do desenho	< 3 x 10 ⁶ Dependendo da estratégia do desenho	< 1 x 10 ⁶ Dependendo da estratégia do desenho
Classe de Pavimento Típico	ES10-ES100	ES1-ES10	ES0.003-ES3	ES0.003-ES1
Tráfego diário (e.v.u.)*	>4000	600 - 10000	< 600	< 500
Nível de Aquecimento de Sulco (mm)	10	10	10	10
Nível de Sulco Terminal (mm)	20	20	20	20
Período de Desenho (anos)	15 -30	15 - 25	10 - 20	7 - 15
Profundidade de desenho (mm)	1000 - 1200	800 - 1000	800	700

*:e.v.u.: Unidade equivalente de veículo (1.25 veículo = 1 e.v.u.)

(2) Desenho de Carga de Tráfego para a Vida de Desenho

Carga de tráfego expressa-se como equivalente cumulativo de eixo de carga padrão (ESAL) para a vida do desenho da Estrada e calcula-se com o seguinte processo:

- Determinar os fluxos de tráfego diário para cada classe de veículo em questão.
- Determinar uma média diária dos fluxos de tráfego direccional.
- Previsão de fluxos de tráfego direccional.
- Determinar o factor de equivalência média para cada classe de veículo.

- Soma dos produtos de cumulativo dos fluxos de tráfego direccional para cada classe de veículo ao longo da vida de desenho da estrada de estudo e os factores de equivalência média para obter a ESAL cumulativa para decidir a estrutura de pavimento.

Factores de equivalência que converte tráfego de camiões pesados para factor de equivalente de veículo (VEF), foram obtidos aplicando os resultados da pesquisa conforme discutido no Capítulo 4.

Seguinte é a formula que se aplica para calcular ESAL:

$$\text{Cum. ESAL}_t^y = \text{HV}_t^{y_0} \times 365 \times ((1+\Upsilon)^y - 1) / \Upsilon \times \text{HVF}_t \times \text{LF}_t$$

Onde,

Cum. ESAL_t^y = ESAL Cumulativo para a faixa de desenho numa única direcção para camiões pesados do tipo t depois de y anos.

$\text{HV}_t^{y_0}$ = Média diária para camiões pesados do tipo t no ano inicial y_0 para os dois sentidos.

Υ = Média da taxa de crescimento anual para camiões pesados do tipo t.

y = Vida do desenho do projecto de Estrada.

HVF_t = Factor de equivalência para converter camiões pesados do tipo t em ESA.

LF_t = Factor para converter tráfego nos dois sentidos para tráfego para a faixa de desenho por direcção.

Tabela 5.2.8 Desenho de Valor ESA para a Secção Mandimba-Lichinga

		Auto-carro /médios	Camionetas de mercadoria	Camiónes de mercadoria	Camiónes pesados de mercadoria	Total
VEF		1.02	0.401	4.798	13.338	
1	2016	340	4,277	34,031	194,944	233,592
2	2017	377	4,856	36,740	224,280	266,253
3	2018	418	5,512	38,880	242,105	286,915
4	2019	462	6,262	41,553	262,078	310,355
5	2020	512	7,117	44,385	277,956	329,969
6	2021	567	8,093	47,400	300,561	356,621
7	2022	627	9,208	50,629	319,396	379,860
8	2023	694	10,484	54,102	369,235	434,514
9	2024	767	11,944	57,856	405,230	475,796
10	2025	848	13,617	61,930	435,332	511,727
11	2026	937	15,537	66,369	467,901	550,744
12	2027	1,035	17,743	71,222	503,226	593,226
13	2028	1,142	20,282	76,544	536,289	634,257
14	2029	1,261	23,206	82,393	572,778	679,637
15	2030	1,391	26,582	88,835	613,078	729,886
						6.8E+06

Nos resultados do cálculo de ESA, Mandimba - Lichinga é classificado em categorias T6 dependendo do manual SATCC, conforme apresentado abaixo

Tabela 5.2.9 Classes de Tráfego segundo Manual de SATCC

Designação de Classe de Tráfego								
Raio de Tráfego (milhões de ESAs)	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
	< 0.3	0.3 –0.7	0.7-1.5	1.5-3.0	3.0-6.0	6.0-10	10-17	17-30

(3) Reutilização de Material

As camadas do pavimento da estrada existente foram investigadas para determinar seu potencial para uso em nova construção. Para este efeito, 5 amostras de material da estrada existente localizado em 0.0m de 0.3m de profundidade foram testados neste Estudo. Os resultados destes testes foram conforme a tabela seguinte:

Tabela 5.2.10 Resultados de Teste de Material para a Reutilização (0-30cm)

No. de amostra		GM	LIMITES ATTERBERG			CBR (%)		
Sta. (km)	Secção		LL	PI	LS	MOD	R	PROCTOR
						100%	95%	90%
66+000	Lichinga - Mandimba	1.5	24	11	4.9	52.00	29.00	7.00
100+000	Lichinga - Mandimba	0.7	36	18	6.4	10.00	20.00	12.00

Crítérios para a adequação dos materiais em sub-base são especificados pela GM, CBR e PI. Especificação para a sub-base CBR é mais do que 30% a 95% da densidade AASHTO, PI máxima é 10, e GM mínimo é de 1,5. De acordo com os resultados do teste acima, apenas 1 amostra foi constatada como sendo material adequado que satisfaça ambas as CBR e PI para a sub-base.

Além disso, como já foi mencionado no Capítulo 1, a Estrada em estudo é geralmente inferior que o terreno circundante. Em consequência, em muitas secções, a água é confinada na estrada após as chuvas e causa a concentração de água corrente e erosão na faixa. Por este motivo, é recomendável para aumentar a superfície da estrada mais que o nível do solo circundante (pelo menos 0,5).

Das duas razões acima referidas, as camadas do pavimento existente não são utilizadas como um sub-base para a nova estrada. Assim, novos materiais de sub-base têm de ser obtidos a partir de câmaras de empréstimo ao longo da Estrada de Estudo.

(4) CBR Sub-grau

Para os efeitos do desenho do pavimento, o sub-grau foi classificado em classes de solos com base no CBR. A classificação de sub-grau é proposta pelo manual de SATCC, conforme apresentado abaixo

Tabela 5.2.11 Classes de Sub-grau

Designação da Classe de Sub-grau						
CBR Sub-grau	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Raio (%)	2	3-4	5-7	8-14	15-29	30+

Como mencionado no capítulo 2, o teste de CBR encharcado e o Penetração Dinâmica de Cone (DCP) foram conduzidos para a Estrada em Estudo.

O CBR sub-grau geralmente é avaliado por meio de resultados de testes de CBR encharcado. Devido ao facto de que os ensaios DCP são consideravelmente mais fáceis e rápidos (permitindo, por conseguinte, muitos testes a ser executados) para a realização do CBR encharcado, é prática comum para avaliar a força de subclasses por meio de CBR in-situ. A seguinte relação entre um valor DCP e a CBR in-situ, normalmente usado em Moçambique, é aplicada para converter as leituras num DCP no valor de CBR in situ

$$DN \text{ (mm/blow)} > 2: 410xDN-1.27 = \text{in-situ CBR}$$

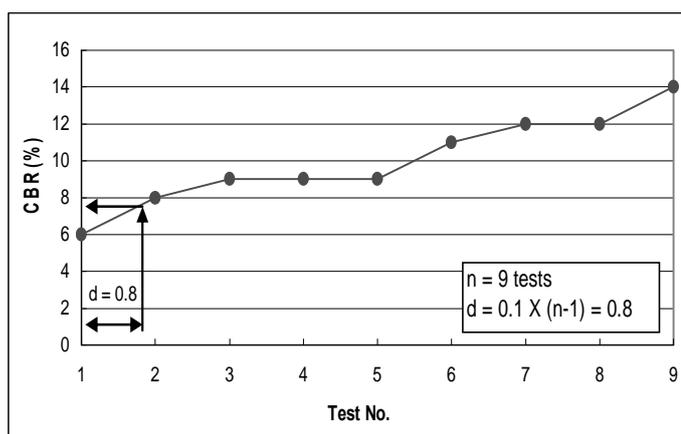
$$DN \text{ (mm/blow)} < 2: 66.66xDN^2 - (330xDN) + 563.33 = \text{in-situ CBR}$$

A fim de estabelecer uma relação entre o CBR in-situ (obtido através dos ensaios DCP) e CBR molhado, 25 amostras de material da estrada existente localizado em 0.3m e 0.0m de 0,5 a 1,0m de profundidade foram testadas. Depois de analisar o CBR molhado e os ensaios DCP, parece que 20% de CBR in-situ indica um valor CBR molhado.

O desenho de CBR para uma secção é normalmente determinado pelo 90 percentile (o mesmo que a confiabilidade para a categoria de estrada B) o valor dos resultados do ensaio CBR. O método ilustrado seguinte é utilizado para a determinação do CBR de desenho.

Valores CBR desenhado
numa ordem ascendente

Exemplo de dados de CBR	
6	
8	
9	
9	
9	
11	
12	90 percentile 7.6%
12	Desenho CBR 8%
14	



O CBR design normalmente depende do perfil da nova estrada e aterro ou a profundidade do corte. Neste estudo, a secção seguinte foi assumida como a secção transversal típica.

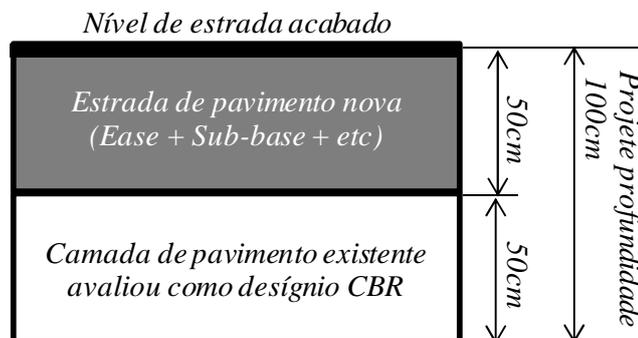


Figura 5.2.6 Transversal Típico Assumido

Como consequência, o CBR de desenho para a Estrada de Estudo foi classificado da seguinte forma:

Tabela 5.2.12 Classe de Sub-grau para a Estrada em Estudo (Mandimba-Lichinga)

Secção (km)	0-30	30-60	60-90	90-120	120-150
90%-telha	3.0	8.0	5.0	5.0	9.0
Classe	S2	S4	S3	S3	S4

O valor de telha de 90% para todo comprimento é 5.0 (Classe S3).

(5) Examinação das Opções de Pavimento

A partir da experiência de projectos passados e em curso, decidiu-se que existem três possíveis cenários sobre o melhoramento da estrada em Estudo:

Alternativa-A: Betão de Asfalto baseado nos padrões da SATCC

Alternativa-B: Tratamento de Revestimento Duplo como da Estrada Note-31

Alternativa-C: Revestimento com areia grossa Segundo o pedido do BAD

Conforme discutido no Capítulo 2, suficiente cascalhos naturais ou solos para a sub-base não podem ser fornecidos porque a distribuição adequada de materiais naturais é limitada. Também é difícil o abastecimento de matérias de boa rocha para a sub-base, devido à escassez da quantidade disponível

Material disponível de boa rocha para a secção Mandimba-Lichinga:

<u>Pedreira Bagarila:</u>	Aprox. 630,000 m ³
Total:	Aprox. 630,000 m ³

Estimativa da quantidade necessária para base, revestimento e betão será:

Para base:	Aprox. 280,000 m ³
<u>Para DBST e betão:</u>	Aprox. 220,000 m ³
Total:	Aprox. 600,000 m ³ (inc.20% perdas)

Por isso, a sub-base estabilizada será recomendada. E sub-base estabilizada em pavimentos de base granular, geralmente aumenta a capacidade de carga do pavimento. Em consequência, uma sub-base cimentada será aplicada à Estrada em Estudo.

O tipo de pavimento tem um impacto significativo sobre o custo de investimento inicial e no futuro o custo de manutenção da Estrada em Estudo. Por isso, é importante decidir utilizar o conceito de encarar custos de uma só vez para sempre. A equipe de estudo calculou os custos de construção dos seguintes tipos de pavimento e avaliar a sua viabilidade económica com o modelo HDM-4.

Tabela 5.2.13 Comparação de Tipos de Pavimento (Classe de Tráfego: T6, Classe de Sub-grau: S3*)

Alternativa-1 Asfalto Betão	Alternativa-2 Tratamento Duplo do superfície	Alternativa-3 Revestimento com cascalho (Máximo AADT=300)
<p>Asfalto betão</p>	<p>Tratamento Duplo do superfície</p>	<p>Revestimento com cascalho</p>
<p> : G4 Base de pedra esmagada CBR molhado > 80% @ 98% mod. Densidade de AASHTO</p> <p> : C3 piso da faixa cimentado e estabilizado 1.5-3.5 Mpa @ 100% mod. Densidade de AASHTO</p> <p> : Camada molhada seleccionada CBR > 15% @ 93% mod. Densidade de AASHTO</p>	<p> : G4 Base de pedra esmagada CBR molhado > 80% @ 98% mod. Densidade de AASHTO</p> <p> : C2 piso da faixa cimentado e estabilizado 3.5-6.0 Mpa @ 100% mod. Densidade de AASHTO</p> <p> : C3 piso da faixa cimentado e estabilizado 1.5-3.5 Mpa @ 100% mod. Densidade de AASHTO</p> <p> : Camada molhada seleccionada CBR > 15% @ 93% mod. Densidade de AASHTO</p>	<p> : Revestimento com cascalho molhado CBR > 25% @ 95% mod. Densidade de AASHTO</p> <p> : Camada molhada seleccionada CBR > 15% @ 93% mod. Densidade de AASHTO</p> <p> : CBR molhado > 7% @ 100% mod. Densidade de AASHTO</p>

* O CBR de desenho de todo comprimento (Mandimba-Lichinga) é usado para a comparação do tipo de pavimento.

Tabela 5.2.14 Análise Económica para a Selecção do Tipo de Pavimento

Tipo Pavimento	Custo de Construção		NPV (USD Mil.)	B/C	EIRR
	US\$ Mil.	US\$/km			
Alt.-1 Asfalto Betão	224.4	1,516,223	-7.2	0.9	11.6%
Alt.-2 Tratamento de Revestimento Duplo	160.5	1,084,319	69.7	1.6	17.7%
Alt.-3 Revestimento com Cascalho	81.2	552,538	-104.1	-0.8	-

A selecção do tipo de pavimento adequado é avaliada com base no custo inicial e a sua viabilidade financeira usando o indicador EIRR. O resultado das estimativas de custos e da análise económica, a Alt-2, que constitui um tratamento superficial duplo, é seleccionada como a composição do pavimento economicamente mais viável. Mais detalhes sobre a análise económica são apresentados na Parte 4.

(6) Composições Adequadas de Pavimento

O tipo de pavimento proposto (tratamento superficial duplo) foram definidas para ser o mais eficaz e económico. Entretanto a composição do pavimento pode ser caro em construção, porque os cuidados necessários, o método de construção e também o tratamento das duas camadas cimentadas com espessura fina (125 milímetros) podem contribuir para um longo período de construção e, conseqüentemente, aumento dos custos.

Assim, a composição do pavimento discutida acima deve ser modificada em composição mais económica e eficaz, com base no sub-base cimentada em base granular. Para esse efeito, uma análise mecanicista usando ELSYM5 foi conduzida de acordo com o CBR de desenho. Os resultados da análise são mostrados na Tabela 5.2.15. De momento, existem algumas ideias e opiniões pertinentes para determinar a capacidade do pavimento. Neste estudo, a vida útil das estruturas de pavimento foi avaliada em duas formas comuns. Estes métodos de abordagem são derivados de RR91/242 e no relatório escrito pelo Sr. HL Theyse, respectivamente. Processo de cálculo e folha de cálculo estão anexados no apêndice.

Tabela 5.2.15 Composições Recomendáveis baseadas na Análise Mecanicista

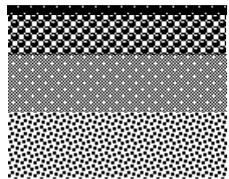
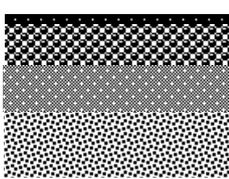
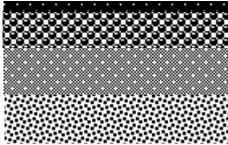
S2 (3-4)	S3 (5-7)	S4 (8-14)
		
<p> : G4 Base de pedra esmagada CBR molhado > 80% @ 98% mod. Densidade de AASHTO</p> <p> : C4 piso da faixa cimentado e estabilizado 0.75-1.5Mpa @ 100% mod. Densidade de AASHTO</p> <p> : G7 Câmara molhada seleccionada CBR > 15% @ 93% mod. Densidade de AASHTO</p> <p>Rácio de Poisson & Coeficient elástico (Coeficiente elástico = (10 x CBR)Mpa)</p> <p>G4: 0.35, Fase-I: 400Mpa, Phase-II: 400Mpa, Phase-III: 300Mpa</p> <p>C4: 0.25, Fase-I: 1500Mpa, Fase-II: 600Mpa, Fase-III: 300Mpa</p> <p>G7: 0.35, Fase-I: 150Mpa, Fase-II: 150Mpa, Fase-III: 150Mpa</p>		

Tabela 5.2.16 Resumo da Capacidade do Pavimento

Classe Sub-grau	Método	Vida Estrutural	Cálculo de desenho ESA para 15 anos
S2 (3-4)	RR91/242	2.22E+07 (molhado)	9.5E+06 (Cuamba-Mandimba)
	H L Theyse	1.01E+07 (molhado)	6.8E+06 (Mandimba-Lichinga)
S3 (5-7)	RR91/242	4.12E+07 (molhado)	9.5E+06 (Cuamba-Mandimba)
	H L Theyse	1.78E+07 (molhado)	6.8E+06 (Mandimba-Lichinga)
S4 (8-14)	RR91/242	2.64E+07 (molhado)	9.5E+06 (Cuamba-Mandimba)
	H L Theyse	1.13E+07 (molhado)	6.8E+06 (Mandimba-Lichinga)

5.3 Desenho Hidráulico

5.3.1 Antecedência e Conceitos de Desenho

A maioria das actuais estruturas de drenagem transversal mostrado no Anexo são hidraulicamente adequadas para acomodar o fluxo de água, que atravessam a estrada. Como já mencionado, os aquedutos existentes e suas entradas e saídas estão geralmente em boas condições. No entanto, a largura entre o topo dos aquedutos varia de acordo com a largura da estrada existente, e não as

condições do solo do terreno, etc Além disso, todos os aquedutos existentes podem ser prorrogado devido à sua força inadequada, e mais estruturas transversais são compostas de tubagem enrugados que está apto para bloquear o solo. Assim, propõe-se que todos os aquedutos existentes serão substituídos por novos "tubos de betão e aquedutos de caixa", com capacidade suficiente e força. Políticas de desenho para o fornecimento de tubos novos e aquedutos de caixa são dadas de seguida.

- Para substituir toda a estrutura transversal existente excluindo as pontes com novo tubo de betão e aquedutos de caixa.
- Capacidade das estruturas transversais substituídas deve ser aplicada a maior da comparação entre as capacidades existentes e capacidade exigida com base no cálculo hidráulico.
- Estruturas transversais apropriadas devem ser instaladas nas secções ausentes identificadas investigação no local e fotos aéreas

5.3.2 Áreas de Bacias Hidrográficas e Volume de Descarga

A determinação das bacias hidrográficas para os pequenos aquedutos foi feita inicialmente através de mapas topográficos em escala de 1:50.000. A utilização destes mapas não permite a identificação de pequenas bacias. Para resolver este problema, a identificação durante a visita de campo foi feita a todas as estruturas de drenagem existentes e os pontos baixos, onde uma inspecção visual indica a necessidade de drenagem transversal.

Um total de 94 áreas de bacias hidrográficas foi determinado com base nos mapas topográficos e direcções de fluxo identificados através da investigação no local. A maioria das áreas de captação são muito pequenas porque o alinhamento da estrada existente geralmente segue a crista da bacia.

Desenho de volumes de descarga para as estruturas transversais foi calculado usando o método racional, porque essas bacias hidrográficas são a soma de pequenas bacias hidrográficas para os aquedutos de tubo. O tempo de concentração de bacias hidrográficas de pequena dimensão que têm menos de 2.0km² foi fixado em 10 minutos. Os volumes de descarga para cada bacia hidrográfica são apresentados no Apêndice.

5.3.3 Programação de Menores Estruturas Transversais

Drenagem transversal é necessária para garantir o fluxo de águas naturais atravessado pela estrada, para evitar o alagamento da estrada e áreas adjacentes e possíveis danos consequentes. Para este efeito, o projecto hidráulico visa determinar a localização e o tamanho necessário das estruturas de travessia.

A capacidade das estruturas de travessia é determinada usando a fórmula de Manning "usado em todo o mundo.

$$Q = (1/n) A R^{2/3} S^{1/2} \quad (\text{Manning formula})$$

Onde,

Q: Descarga (m³/s)

A: Área de fluxo transversal (m²)

R: Raio Hidráulico (m)

S: Gradiente hidráulico (m/m)

N: Coeficiente de rugosidade Manning

De uma maneira geral, a inclinação do gradiente é determinado dentro do parâmetro de 1% a 3%, de acordo com a condição local. No entanto, é difícil determinar a inclinação do gradiente para cada estrutura. Portanto, a inclinação do gradiente de 1% foi aprovado como declive seguro para a avaliação das capacidades.

A partir dos resultados do cálculo indicado no apêndice, 143 estruturas de travessia, incluindo de pontes são necessárias para a Estrada em Estudo. As estruturas de passagem serão instaladas em conformidade com os conceitos de desenho discutidos acima.

5.3.4 Drenagem Longitudinal

A estrada existente é inferior ao do terreno circundante e esta condição topográfica resultou em erosão do lado de esgotos e da superfície da estrada. Causas de problema de erosão é composto por diversos factores, tais como os materiais e as velocidades de fluxo aceite. Neste projecto, a altura proposta da Estrada em Estudo é basicamente fixada em posição mais elevada em comparação com o terreno circundante. No entanto, a ocorrência de algumas descidas agudas é inevitável devido às condições topográficas. A drenagem longitudinal adequada deve ser instalada nessas secções com inclinação aguda para a protecção da estrada.

O Padrão SATCC tem um valor de referência da velocidade de fluxo para a prevenção da lavagem (erosão) como se segue.

Tabela 5.3.1 Velocidade de Força Erosiva para Vários Materiais

Material	Velocidade Máximo Aceite (m/s)
Areia fina	0.6
Barro	0.9
Argila	1.2
Cascalho	1.5
Argila leve xistosa	1.8
Argila dura xistosa	2.4
Rocha dura	4.5

Fonte: Código de Prática para Desenho Geométrico de Estrada principal (SATCC)

O solo laterite será usado como o principal material para a vala alinhados com a terra, porque esta terra é amplamente distribuída ao longo da Estrada em Estudo. O solo laterite é classificado em "Areia fina" para o qual uma velocidade máxima de 0,6 m / s é recomendada.

A tabela abaixo mostra as velocidades de fluxo de acordo com a inclinação da vala alinhada coma terra.

$$V = 1/n \times R^{2/3} \times I^{1/2}$$

Onde,

N: Coeficiente de Rugosidade = 0.027 (para vala de terra)

R: Raio Hidráulico = 0.167

I: Grau

Tabela 5.3.2 grau Máximo Permissível para a Vala com Terra de um Lado

<i>I (%)</i>	<i>V (m/s)</i>
0.1	0.35
0.2	0.50
0.3	0.61
0.4	0.71
0.5	0.79
0.6	0.87
0.7	0.94

A fim de garantir uma boa drenagem, o gradiente longitudinal mínima para a estrada é recomendado para ser 0,3%. Isso significa que a velocidade de fluxo superior a 0,6 m/s. Assim, a vala de revestida de betão conforme mencionado abaixo é recomendada para prevenir os danos à estrutura rodoviária da erosão.

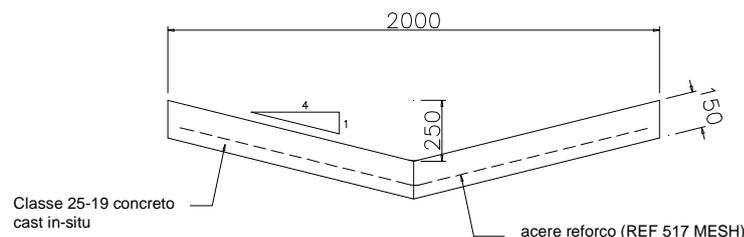


Figura 5.3.1 Vala Revestida de Betão Proposta para Secções de Corte

5.4 Estruturas Incidentais de Estrada

5.4.1 Faixa Ascensional para Viaturas de Baixa Velocidade

(1) Critério para Faixa Ascensional

Muitos veículos pesados não podem operar em altas velocidades em secções com declive agudo. A resultante deterioração da velocidade induz ao congestionamento do tráfego, e provoca acidentes de trânsito devido à ultrapassagem imprudente. Portanto, uma faixa ascensional deve ser instalada nas secções onde houver indução da deterioração significativa da velocidade. Note-se que a deterioração significativa de velocidade significa a redução da velocidade operacional para metade da sua velocidade.

Na Estrada em estudo, a deterioração significativa da velocidade é induzida em duas seguintes secções:

Secção 1: 80km+290 – 81km+590

Secção 2: 145km+720 – 146km+350

(2) Corte Transversal da Faixa Ascensional

O Padrão da SATCC recomenda aplicar a mesma largura em corredores adjacentes à faixa ascensional. Além disso, os veículos que utilizam a faixa ascensional são principalmente veículos pesados. Assim, a secção seguinte deverá ser aplicada às secções ascensionais.

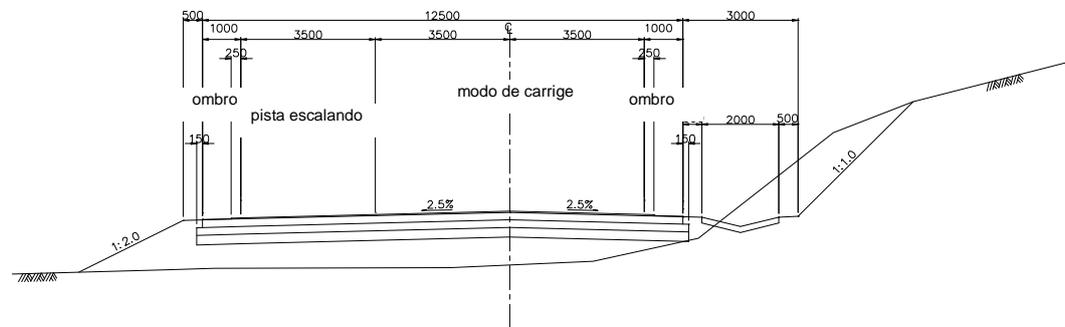


Figura 5.4.1 Corte Transversal Proposto para Secções Ascensionais

5.4.2 Passeio

O risco de acidentes tende a aumentar com o crescimento do volume de tráfego e altas velocidades de condução. Segundo a investigação local, Vila de Mandimba tem um grande número de peões. Daí que a equipe de estudo recomenda a colocação de passeio no centro da cidade.

5.4.3 Sinais de Transito

A Equipe de Estudo usou os manuais da SATCC de Novembro de 1997 para especificar a sinalização vertical e marcações de estrada. Como regra geral, os sinais de transito dão aviso aos condutores, e aumenta a segurança de todos os utentes da estrada, incluindo peões. Marcações de estrada consistem de pintura reflexiva horizontal na superfície da estrada, enquanto a sinalização rodoviária contém sinais verticalmente exibidos. Os diferentes tipos de sinais de trânsito são como se segue:

- Sinais de Aviso de Perigo
- Sinais Reguladores
- Sinais de Prioridade
- Sinais de Proibição
- Sinais Obrigatórios
- Sinais Informativos

5.4.4 Outras Estruturas

Corrimãos são providenciados de acordo com os padrões segundo discutido no Capítulo 4. Ademais, postes de quilómetros são colocados ao longo da estrada.

5.5 Desenho de Ponte

5.5.1 Introdução

Os resultados da pesquisa de local das actuais 10 pontes e 1 aqueduto estão descritos na Tabela 1.3.1, e também 3 alternativas possíveis do plano de melhoria para cada uma das pontes e aquedutos estão resumidos na mesma tabela.

As informações do local sobre a condição do rio (inundação, HWL, descarga) foram recolhidas dos moradores locais, e análises hidrológicas foram conduzidas para servir de back-up às informações do local e dar condição do desenho do rio (HWL, descarga) para nova ponte.

Ao definir o conceito do plano de melhoramento para as pontes nesta Estrada em estudo da seguinte forma, a melhor alternativa deve ser escolhida das possíveis alternativas na Tabela 1.3.1.

5.5.2 Conceito do Plano de Melhoramento

Os 4 conceitos do plano de melhoramento foram criados tanto para a secção de Cuamba-Mandimba e para o troço Mandimaba-Lichinga.

- 1) Se a largura da ponte é de 2-vias (assumir que a largura mínima é de 6,0m) e a condição da ponte é bom ou razoável, a ponte existente pode continuar a ser utilizada.
- 2) Se a condição da ponte for fraca, a ponte existente é substituída por uma ponte nova com 2 pistas (ou um aqueduto com 2 pistas quando o comprimento de ponte existente for <12m).
- 3) Se a inundação do rio sobre a superfície da estrada é relatado na ponte ou no aqueduto, a estrutura é substituída por uma ponte com 2 pistas suficiente para limpar HWL e escoamento.
- 4) Se a largura da ponte é de 1 faixa e a condição da ponte é bom ou razoável, a secção de Mandimaba-Lichinga:

A ponte existente do tipo Bailey (1-faixa) é substituída por uma ponte nova de 2 pistas.

5.5.3 Selecção das Melhores Alternativas

De acordo com o conceito de melhoramento do plano acima descrito, as melhores alternativas para cada uma das pontes e aquedutos são seleccionadas como apresentadas na Tabela 5.5.1. Como resultado, 6 pontes são seleccionadas para o desenho preliminar.

Tabela 5.5.1 Seleção das Melhores Alternativas

informação geral		Condition of existing structures					Alt-1	Alt-2		Alt-3		observações
No.	nome	comprimento	largura	tipo	HWL	condição	uso de novo	uso de novo	some 1-lpista ponte	dois estrutura de pista nova (destrua existente)		
(Mandimba)												
15	Ngame-I	28.0	4.2	Bailey	ok	feira	1-lane	1-pista	1-pista	ponte-5	----	conecte a estrada larga
16	Nacalongo	6.8	4.2	H-beam	ok	pobre	1-lane	----	----	----	bueiro	
17	Namiungu	11.0	6.4	RC-T	ok	feira	2-lane	----	----	ponte	----	
18	Luchimua	42.0	6.5	RC-T	ok	bom	2-lane	----	----	ponte	----	viga mestra contínua, 1943
19	Lilasse	10.0	4.0	culvert	NO	feira	----	----	----	ponte-6	----	bueiro inundando
20	Ninde	31.0	4.1	Bailey	ok	feira	1-lane	1-pista	1-pista	ponte-7	----	
21	Luelele	13.0	6.1	RC-T	ok	feira	2-lane	----	----	ponte	----	em 1963
22	Luculumesi	22.0	4.4	Bailey	ok	feira	1-lane	1-pista	1-pista	ponte-8	----	
23	Lutembue	34.0	4.1	Bailey	ok	feira	1-lane	1-pista	1-pista	ponte-9	----	
24	Lusanga	9.0	4.1	RC-slab	ok	pobre	1-lane	----	----	----	bueiro	
25	Luambala	22.0	4.2	Bailey	ok	feira	1-lane	1-pista	1-pista	ponte-10	----	
(Lichinga)												

5.5.4 Desenho Preliminar da Ponte

Para o desenho preliminar de 6 pontes na secção Mandimba-Lichinga, algumas condições de desenho, como o comprimento da ponte e posição da ponte serão decididas através de investigação no local da ponte existente e o rio. Através da discussão com a ANE, a largura interna da ponte foi definida como 9.2m para a ponte com 2 pistas. São resumidos na Tabela 5.5.2.

Tabela 5.5.2 Novas Pontes a serem Desenhadas

Geral		Ponte Existente			Ponte nova			
No.	nome	compriment	largura	existente	pista	compriment	largura	de ponte existente
(Mandimba)								
5	Ngame-I	4.2	28.0	destrua	2-pista	9.2	30	mesma posição
6	Lilasse	4.0	10.0	destrua	2-pista	9.2	17	mesma posição
7	Ninde	4.1	31.0	destrua	2-pista	9.2	34	abaixo fluxo 8m
8	Luculumesi	4.4	22.0	destrua	2-pista	9.2	34	abaixo fluxo 8m
9	Lutembue	4.1	34.0	destrua	2-pista	9.2	34	abaixo fluxo 8m
10	Luambala	4.2	22.0	destrua	2-pista	9.2	30	mesma posição
(Lichinga)								

5.5.5 Elevação de um Novo Convém da Ponte

A elevação da nova ponte será definida como desenho de HWL mais altura da estrutura (1,60m) mais da descarga de inundação (0,7 m ou 1,0 m, por descarga de design). O desenho HWL é o máximo de "resultado do cálculo do período de retorno de 100 anos" ou "resultado de audição dos residentes no levantamento de campo" e da descarga de desenho é de período de retorno 100 anos.

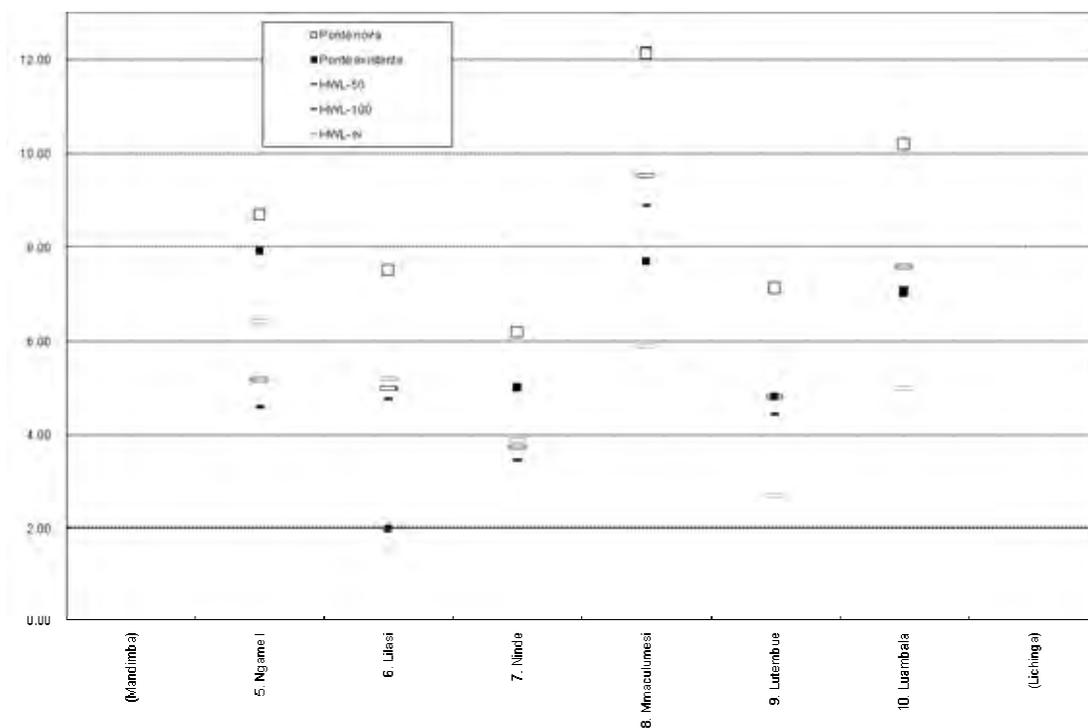
Tabela 5.5.3 Elevação de um Novo Convém da Ponte

Elevação absoluta (unidade : m, m3/sec)

nome de ponte	Ponte nova	estrutura	Inundação	Ponte existente	desenho HWL	HWL-50	HWL-100	HWL-sv	Fundo de canal	desenho
	efeite elevação	Altura	Liberacção	efeite elevação	Max(Hwl100, -sv)	durante 50-ano	durante 100-ano	atraves de pesquisa de campo	atraves de pesquisa topográfica	descarga
(Mandimba)										
5. Ngame I	735.20	1.60	0.70	734.4	732.90	731.10	731.68	<u>732.9</u>	726.5	278.9
6. Lilasse	895.50	1.60	0.70	890.0	893.20	892.76	893.01	<u>893.2</u>	888.0	342.7
7. Ninde	905.20	1.60	0.70	904.0	902.90	902.47	902.75	<u>902.9</u>	899.0	316.9
8. Luculumesi	996.23	1.60	1.00	991.8	993.63	992.98	<u>993.63</u>	990.0	984.1	885.0
9. Lutembue	1,048.31	1.60	0.70	1,046.0	1,046.01	1,045.64	<u>1,046.01</u>	1,043.9	1,041.2	384.7
10. Luambala	1,110.69	1.60	1.00	1,107.5	1,108.09	1,107.61	<u>1,108.09</u>	1,105.5	1,100.5	576.5
(Lichinga)										

Altura de fundo de canal (unidade : m, m3/sec)

nome de ponte	Ponte nova	estrutura	Inundação	Ponte existente	desenho HWL	HWL-50	HWL-100	HWL-sv	Fundo de canal	desenho
	efeite elevação	Altura	Liberacção	efeite elevação	Max(Hwl100, -sv)	durante 50-ano	durante 100-ano	atraves de pesquisa de	atraves de pesquisa topogr	descarga
(Mandimba)										
5. Ngame I	8.70	1.60	0.70	7.90	6.40	4.60	5.18	<u>6.40</u>	0.0	278.9
6. Lilasse	7.50	1.60	0.70	2.00	5.20	4.76	5.01	<u>5.20</u>	0.0	342.7
7. Ninde	6.20	1.60	0.70	5.00	3.90	3.47	3.75	<u>3.90</u>	0.0	316.9
8. Luculumesi	12.13	1.60	1.00	7.70	9.53	8.88	<u>9.53</u>	5.90	0.0	885.0
9. Lutembue	7.11	1.60	0.70	4.80	4.81	4.44	<u>4.81</u>	2.70	0.0	384.7
10. Luambala	10.19	1.60	1.00	7.00	7.59	7.11	<u>7.59</u>	5.00	0.0	576.5
(Lichinga)										



5.5.6 Superestrutura da Ponte

As superestruturas de pontes novas nessa estrada em Estudo destinam-se a cumprir com os seguintes requisitos gerais.

(1) Os requisitos estruturais

A relação geral entre o comprimento do período e do tipo de viga, como aspecto económico, é apresentado na Tabela 5.4.4. O comprimento mínimo de uma ponte é normalmente determinado pela natureza do rio sobre o qual ela é necessária, as condições do solo (tipo de fundações), e os elementos relativos a volta da ponte (espaço disponível para construção). A escolha do comprimento do arco é um dos factores mais importantes na determinação do tipo de viga.

Tabela 5.5.4 Tipo de Viga

Comprimento do Arco (m)	Tipos de Vigas	Comentários
$L \leq 10$	RC ladrilho	Suporte necessário
$10 < L < 18$	RC I – Viga (in-situ) RC I – Viga (pre-fundida) RC Ladrilho vácuo	Suporte necessário Suporte NÃO necessário Suporte necessário
$18 \leq L \leq 33$	PC I - Viga	Suporte NÃO necessário

Uma superestrutura com vigas tem um rácio desejável de altura de viga para o comprimento de arco, o que resultará na minimização de custos de construção. Essa altura – Rácios de comprimento são padronizados. No entanto, para o período principal de uma ponte onde a altura é um factor crítico para determinar o alinhamento vertical da estrada (HWL + descarga + altura da viga + convém), isto irá afectar o custo total da estrutura, e uma ponte com uma altura mínima aceitável da viga é preferível.

(2) Os requisitos ambientais

O tipo de ponte seleccionada deve harmonizar-se com o ambiente circundante. Outras considerações ambientais que precisam de ser tomadas em consideração aquando da escolha do tipo de ponte são a preservação dos artificiais existentes, tais como sistemas de irrigação, instalações públicas e evitar mudanças substanciais nas condições hidrológicas dos rios.

(3) Requisitos de Construção

Se o período de construção está limitado aos tais como a estação chuvosa, o tipo de pontes a ser seleccionada é determinado pela velocidade da construção. O uso de betão pré-fabricado é uma maneira eficaz para encurtar o período de construção.

(4) Economia de Construção

O tipo mais económico de ponte será finalmente seleccionado das várias alternativas disponíveis, que respondem as condições acima mencionadas. Para comparar os custos dos vários tipos de pontes, o custo total de construção

devem ser considerado, que incluem a superestrutura, subestrutura, abordagens e as obras auxiliares.

(5) Selecção de tipo de viga e comprimento de ponte / arco

O comprimento da ponte e arco será decidido para manter o espaço suficiente para uma largura do rio e a calculada descarga do rio. Portanto, o comprimento da nova ponte será mais longa do que da ponte existente e o arco da nova ponte será decidido a seguir o conceito de requisito mínimo de amplitude em "Especificação Japonês para Estruturas do Rio".

O arco da ponte decidido é de 17m, conforme apresentado na Tabela 5.5.5 e o tipo de viga mais adequada foi seleccionada como RC I – Viga (pré-fundida) da Tabela 5.5.4.

Tabela 5.5.5 Comprimento e Arco da Ponte

(unidade : m, m3/s)

nome de ponte					Ponte nova				Mínimo arco	Desenho Descarga
	comprimento	largura	arco(s)	Viga	estação	largura	arco(s)	Viga		
					centro de rio				Smin	
(Mandimba)										
5. Ngame I	25.0	28.0	28.0	Beiley	Sta 001+194.7	30.0	15+15	RC-I	12.5	278.9
6. Lilasse	8.0	10.0	10.0	Culvert	Sta 026+402.2	17.0	17	RC-I	12.5	342.7
7. Ninde	8.0	31.0	31.0	Beiley	Sta 028+495.4	34.0	17+17	RC-I	12.5	316.9
8. Luculumesi	10.0	22.0	22.0	Beiley	Sta 052+366.5	34.0	17+17	RC-I	16.4	885.0
9. Lutembue	8.0	34.0	34.0	Beiley	Sta 074+055.3	34.0	17+17	RC-I	12.5	384.7
10. Luambala	5.0	22.0	22.0	Beiley	Sta 085+937.7	30.0	15+15	RC-I	13.3	576.5
(Lichinga)										

Mínimo arco regulamento por "Especificação Japonês para Estruturas do Rio"

condição geral	$S_{min} = 20 + 0.005 * \text{Descarga}$	aplicado rio maior e pontes mais longas
condição especial 1	$S_{min} = 12.5m$	se descarga < 500 m3/seg e largura de rio < 30m
condição especial 2	$S_{min} = 15.0m$	se descarga < 500 m3/seg e largura de rio > 30m
condição especial 3	$S_{min} = 20.0m$	se 500 m3/seg < Descarga < 2000 m3/seg (nenhum regulamento de largura de rio)
Para estrada de estudo 278.9 < descarga < 885.0 e largura de rio < 30m, então faça interpolação razoável de fórmula como,		
Descarga	<500	500
Smin	12.5	20.0
	interpolação fórmula	
	$S_{min} = 12.5 + 7.5/750 * (\text{descarga} - 500)$	

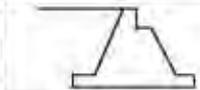
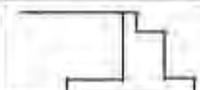
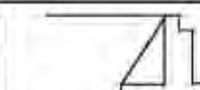
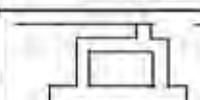
5.5.7 Subestrutura da Ponte

A subestrutura de novas pontes foi desenhada para responder os seguintes requisitos gerais.

(1) Pilar

O betão armado será utilizado para o pilar comum. O tipo de pilar é, basicamente, seleccionado com base no rácio entre a altura da estrutura da ponte e da adequação do respectivo pilar como apresentado na Tabela 5.5.6. Para as pontes desta estrada em estudo, invertidas tipo T será seleccionado como pilares mais adequados.

Tabela 5.5.6 Tipo de Pilar

Type and Shape		Applicable H (m)	Characteristic
Gravity-type		$H \leq 5$	- Simple structure - Easy construction - Heavier weight
Reversed T Type		$5 < H \leq 12$	- Cost effective - Easy construction
Counterforted Buttrressed type		$10 \leq H$	- Intricate construction - Difficulty in back filling
Rigid-framed Type		$10 \leq H \leq 15$	- Complicated structure - High cost
Box Type		$12 \leq H$	- Complicated structure - Intricate construction - High cost

(2) Quebra-mar

Pilares de betão armado serão usados a menos que as condições especiais devem ser respeitadas. Um muro tipo cais tendo arestas cortantes é recomendado nos rios, a fim de permitir a fluidez das águas.

5.5.8 Fundação da Ponte

O tipo de fundação é determinada principalmente pelas condições do subsolo, que precisam para suportar a carga total da ponte, e por critérios económicos. Uma fundação espalhada é geralmente utilizada quando a profundidade da camada de suporte é obtida a menos de 12m, enquanto que uma fundação empilhada é utilizada para profundidades superiores a 12m.

A geo-pesquisa foi realizada em todos os 6 locais de novas pontes, onde dados para 2 furos para cada local de ponte foram disponibilizados. A elevação de camada de porte está resumida na Tabela 5.5.7.

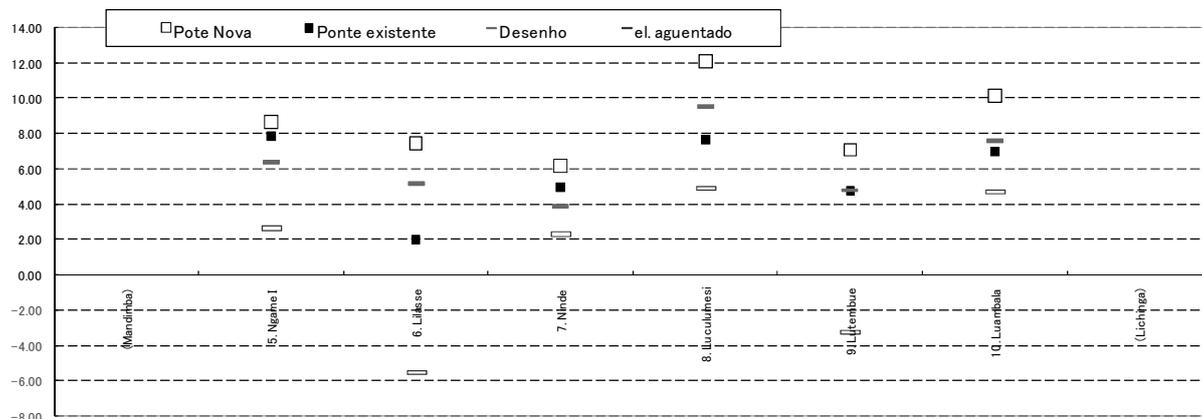
Tabela 5.5.7 Elevação de Camada de Porte

Elevação absoluta (profundidade = nova ponte. El -el. aguentado.)

nome de ponte	Pote Nova	onte existent	Desenho	Fundo de canal	el. aguentado	BH-esquerda			BH-direito				
	enfeite el.	enfeite el.				HWL	el. Chão	BH	profundidade	el. Aguentado	el. Chão	BH	profundidade
(Mandimba)													
5. Ngame I	735.20	734.4	732.90	726.5	729.1	733.351	9	6.8	728.4	730.901	10	5.3	729.9
6. Lilasse	895.50	890.0	893.20	888.0	882.4	890.369	11	14.1	881.4	891.021	12	12.0	883.5
7. Ninde	905.20	904.0	902.90	899.0	901.3	904.470	13	1.5	903.7	903.901	14	6.3	898.9
8. Luculumesi	996.23	991.8	993.63	984.1	989.0	991.675	15	5.4	990.9	991.581	16	9.1	987.1
9. Lutembue	1,048.31	1,046.0	1,046.01	1,041.2	1,037.9	1,044.220	17	7.1	1,041.2	1,045.406	18	13.7	1,034.6
10. Luambala	1,110.69	1,107.5	1,108.09	1,100.5	1,105.2	1,107.532	19	6.7	1,104.0	1,107.280	20	4.4	1,106.3
(Lichinga)													

Altura de fundo de canal

nome de ponte	Pote Nova	onte existent	Desenho	Fundo de canal	el. aguentado	BH-esquerda			BH-direito				
	enfeite el.	enfeite el.				HWL	el. Chão	BH	profundidade	el. Aguentado	el. Chão	BH	profundidade
(Mandimba)													
5. Ngame I	8.70	7.90	6.40	0.00	2.63	6.85	9	6.8	1.85	4.40	10	5.3	3.40
6. Lilasse	7.50	2.00	5.20	0.00	-5.56	2.37	11	14.1	-6.63	3.02	12	12.0	-4.48
7. Ninde	6.20	5.00	3.90	0.00	2.29	5.47	13	1.5	4.67	4.90	14	6.3	-0.10
8. Luculumesi	12.13	7.70	9.53	0.00	4.88	7.57	15	5.4	6.77	7.48	16	9.1	2.98
9. Lutembue	7.11	4.80	4.81	0.00	-3.29	3.02	17	7.1	0.02	4.21	18	13.7	-6.59
10. Luambala	10.19	7.00	7.59	0.00	4.66	7.03	19	6.7	3.53	6.78	20	4.4	5.78
(Lichinga)													



A partir das 4 possíveis tipos de viga grossa abaixo, 3) vigas grossas movidas (tubos de aço) foram seleccionadas como o tipo mais adequado.

(1) Tipo RC em pilha fundido no local (Viga grossa trado)

Devido à natureza das condições do solo relativamente duro com dificuldade de escavação, e o facto de que estas são todas as pontes do rio, o uso de pilha trado não foi recomendado com base no risco de colapso das paredes com água. Este tipo de pilha exigiria uma cobertura temporária ou perfuração com lama, que torna o custo de construção mais elevado.

(2) Viga grossa movida (pré-fundida pilha tipo PC)

Viga grossa movida com pilha tipo PC pré-fundida é geralmente o tipo de pilha mais económica para o tipo de comprimento de pilha a curto-médio prazo, se

ilha de PC pode ser fabricada no mercado de construção local. Mas, infelizmente, em Moçambique, este PC pré-fundido ainda não foi fabricado uma vez que a demanda não tem sido desenvolvido nas obras locais de construção.

3) Viga grossa movida (ilha de tubos de aço)

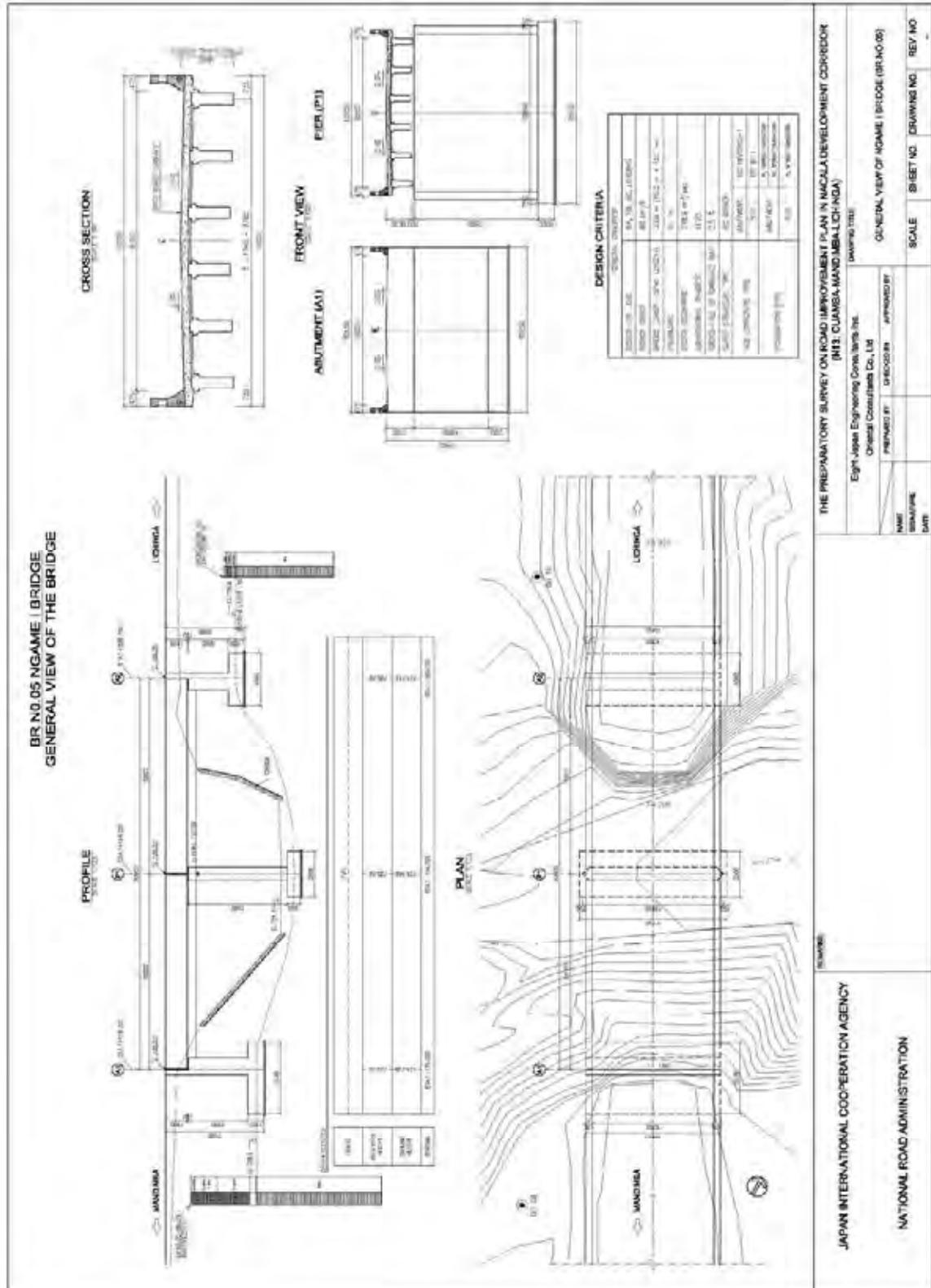
Viga grossa movida de tubos de aço foi escolhida como o melhor tipo de ilha que pode atingir a profundidade necessária, pode penetrar através das camadas mostrada na geo-relatório técnico e não tem nenhum risco de colapso ou problemas de qualidade. Mesmo o material / custos de fabricação de tubos de aço são caros, e é fácil para o transporte e instalação. Portanto, como custo total de construção, este tipo de viga grossa é a melhor escolha para este projecto.

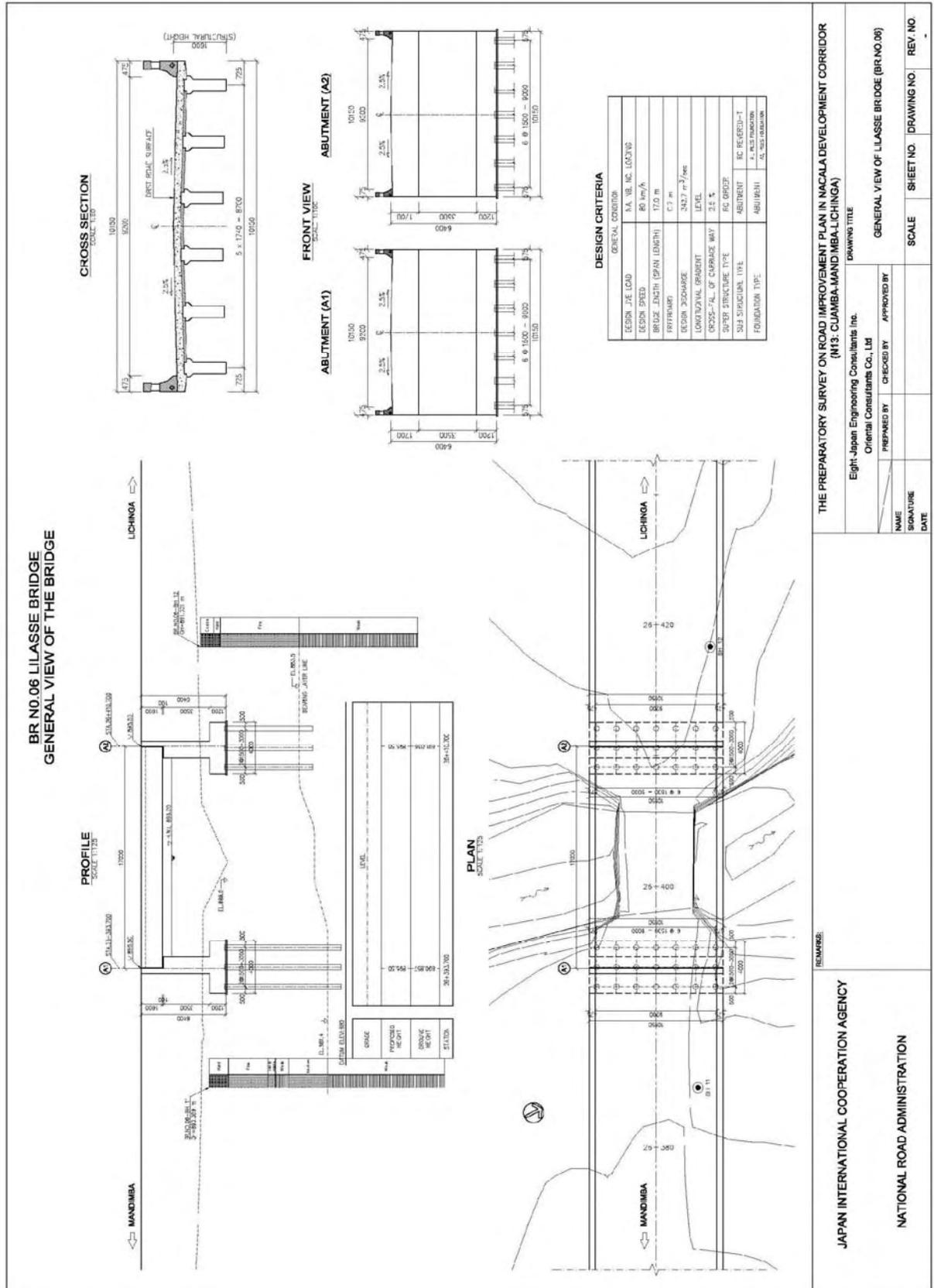
4) Ensecadeiras

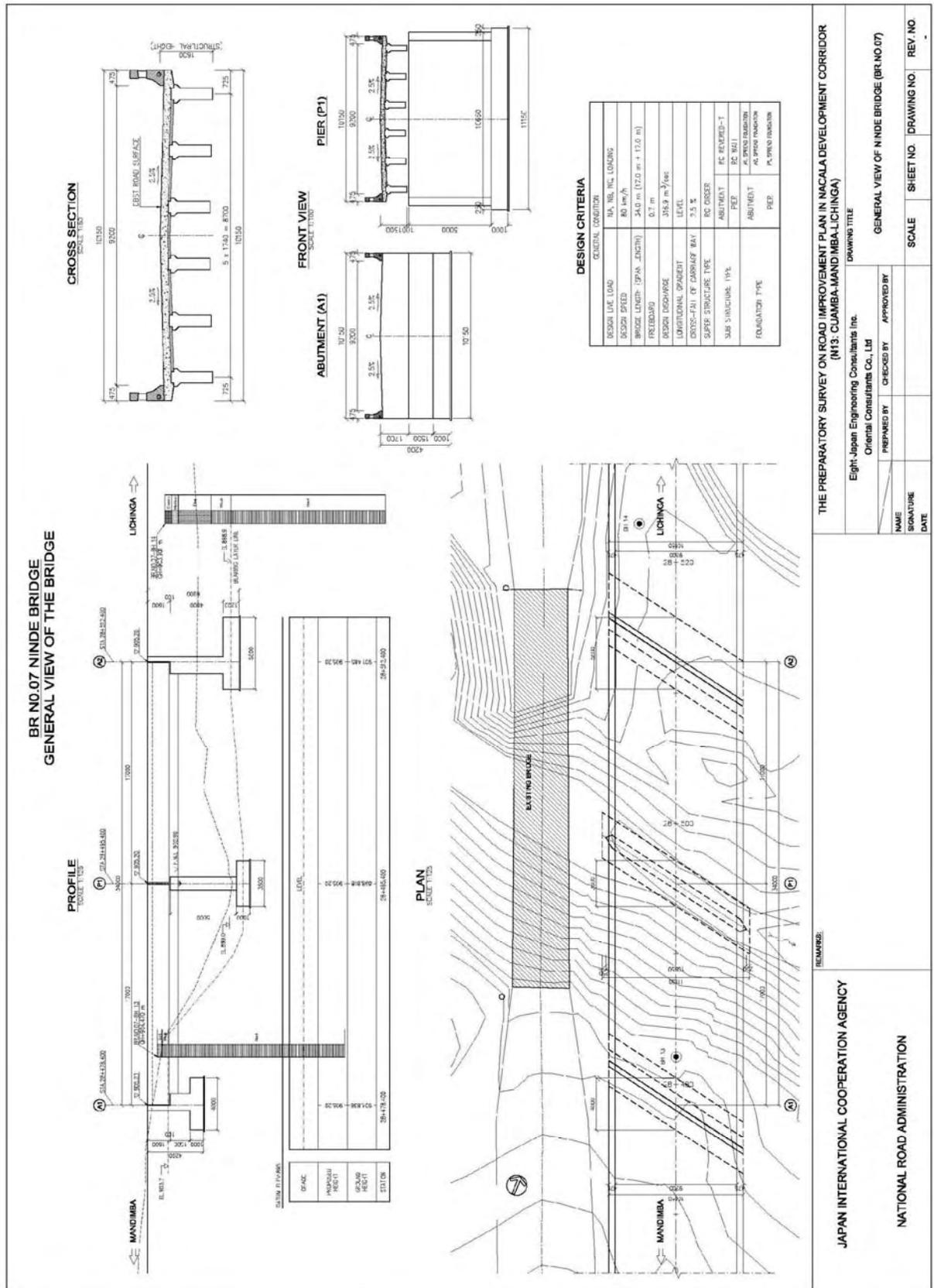
Ensecadeiras, geralmente são adaptadas para secar as fundações onde a profundidade da rocha é inferior a 8m, apenas entre a fundação directa e a viga grossa da fundação. Para este local do projecto, algumas pontes têm a profundidade de rocha de cerca de 8m, mas todas as pontes estão atravessando rios e as ensecadeiras devem satisfazer o mesmo requisito como na viga grossa do tipo RC fundido no local. Portanto, este tipo de viga grossa não é adoptado.

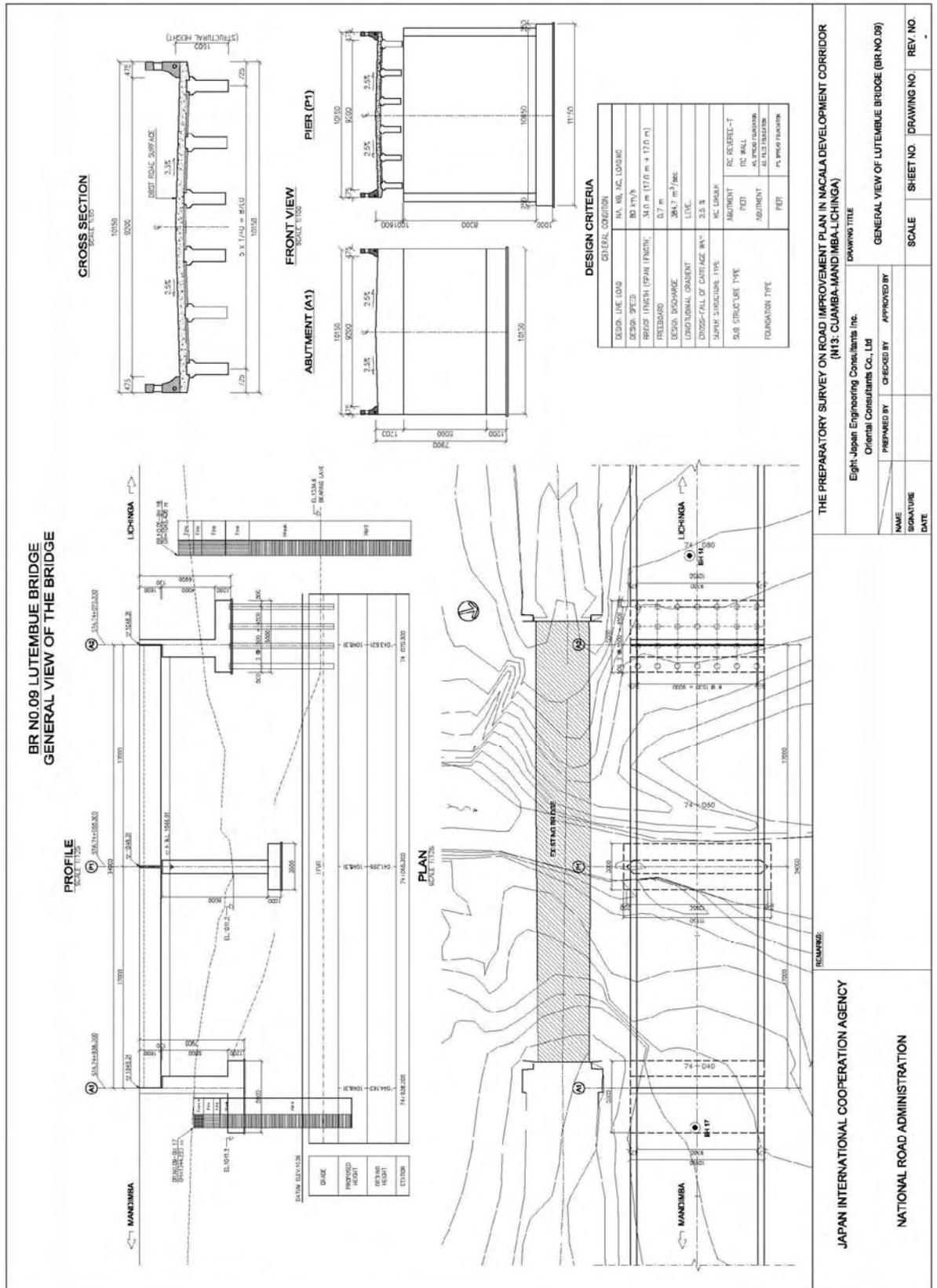
5.5.9 Desenhos de Visão Geral

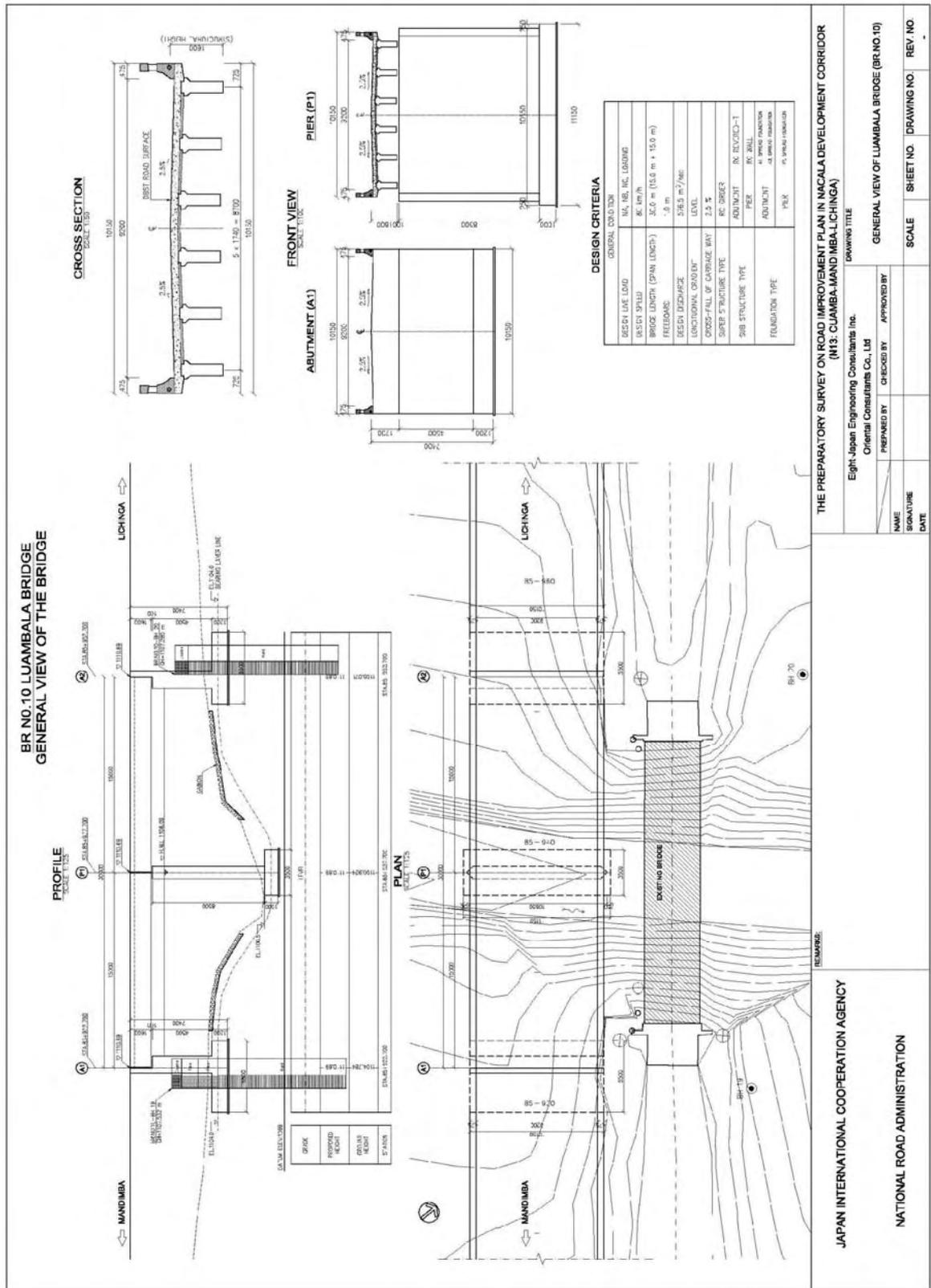
Pelo desenho preliminar acima, os desenhos de visão geral de todas as novas pontes foram preparados conforme apresentados nas páginas seguintes.











Capítulo 6: Planeamento de Construção

6.1 Introdução

Este capítulo vai debruçar sobre o plano de construção proposto para melhoramento da estrada Cuamba – Mandimba –Lichinga na N13 (aqui em diante designada "o Projecto") incluindo o método de construção, aquisição de material e equipamento, e programa de construção de acordo com as condições do local, escala estrutural e quantidades de trabalho. O trabalho de melhoramento será dividido em duas componentes importantes, a saber; estrada e ponte, cuja as discussões são feitas separadamente. Ademais, a estrada de Projecto tem aproximadamente um comprimento de 300km entre Cuamba e Lichinga. Portanto, a estrada será dividida em duas seguintes secções de construção para discutir o desenho, plano de construção e estimativa de custo.

Secção 1: Cuamba – Mandimba (Comprimento = 152.9km)

Secção 2: Mandimba – Lichinga (Comprimento = 148.4km)

Total: (301.3km)

Este capítulo irá focalizar na Secção 2 (Mandimba – Lichinga) da seguinte maneira.

6.2 Trabalhos na Fase de Pré-Construção

As seguintes actividades devem ser completadas na etapa de pre-construção; caso contrario o programa de implementação será afectado resultando numa possível demora na conclusão dos trabalhos e a abertura da estrada.

(1) Aquisição de Terra e Reassentamento

A aquisição de terra e reassentamento serão implementados pelo GoM. A área de terra e estruturas a serem mudadas serão calculadas na etapa posterior de desenho.

(2) Pesquisa e Desminagem

As minas ao longo da estrada do Projecto devem ser identificadas e devem passar por desminagem nesta fase. O trabalho é uma obrigação do empreiteiro que foi concedido o trabalho. O custo do trabalho será incluído no custo de Projecto assim como os projectos anteriores de auto-estradas. Instituto Nacional de Desminagem (IND) tem um sistema de registo das organizações de desminagem (isto é; empresas, ONGs). A lista do IND mostra informação detalhada das organizações registadas. O empreiteiro então seleccionará a organização apropriada da lista.

(3) Recolocação dos Serviços Públicos

Os serviços públicos (por exemplo postes eléctricos e linhas, cabo de telefone, tubos de rega, etc.) serão recolocados pelo GoM antes do início dos trabalhos no local.

6.3 Plano de Construção para o Projecto

6.3.1 Disponibilidade de Material e Equipamento para o Projecto

(1) Material de Construção

1) Material de Fonte Natural

Geralmente, os materiais de construção tal como terra, agregado e areia estão disponíveis junto dos subúrbios da estrada de Projecto. A Equipa conduziu uma pesquisa de material e teste de laboratório para confirmar as qualidades e quantidades potenciais dos materiais. Análise detalhada da pesquisa é discutida para responder a demanda do resultado de desenho do Projecto no Capítulo 2 "Pesquisa das Condições Naturais".

2) Material da Fonte Industrial

Os fornecedores locais ao redor do Projecto não são capazes de fornecer uma quantidade grande de materiais de construção (por exemplo cimento, varões, betume) devido a limitação da sua capacidade de negócio. O empreiteiro tem que assegurar uma fonte de confiança e sustentável como Maputo, Beira, Nampula, Nacala e/ou no estrangeiro durante a fase de construção. Seguintes são potenciais fontes de principais materiais.

- Cimento : Nacala
- Varões : Beira, Maputo e/ou estrangeiro
- Betume : Beira, Maputo e/ou estrangeiro

(2) Equipamento de Construção

Actualmente, o mercado local de negócio de aluguer a longo prazo está ainda na fase embrionária para fornecer equipamentos de construção de diferentes tipos suficientes, números e desempenho para responder as demandas do empreiteiro. Portanto, o empreiteiro tem que subcontratar externamente os equipamentos a partir Maputo, Beira, Nampula, Nacala e/ou no estrangeiro a menos que traz os seus próprios equipamentos.

(3) Método de Transporte de Material e Equipamento

Actualmente, a linha-férrea está operacional, de Nacala a Lichinga por Corredor de Desenvolvimento de Norte (CDN). No entanto, apenas a linha entre Nacala e Entre-Lagos (vulgo fronteira com Malawi) tem um serviço regular (seis viagens de ida e volta por semana). Ademais, o serviço de carga desta linha não tem capacidade para completamente responder o requisito dos utentes devido a falta de locomotivas e vagões de acordo com a entrevista e estudo com pessoas/organizações relevantes. Portanto, o empreiteiro vai usar o serviço de linha-férrea entre Nacala e Cuamba para o transporte de material e equipamento para ajustando com os outros utentes.

Actualmente a linha entre Cuamba e Lichinga não tem nenhum serviço regular por causa de danos frequentes de estruturas (por exemplo pista, dormente e leito de estrada) devido a falta de finanças para a sua reparação e manutenção.

Portanto, o empreiteiro vai usar o transporte de veículos em vez de serviços incertos de linha-férrea.

6.3.2 Plano de Construção da Estrada

(1) Introdução

Este plano de construção inclui uma breve descrição sobre o método de construção de trabalhos de estrada incluindo trabalhos de terraplenagem, sub-grau, base e trabalhos de pavimentação de superfície assim como trabalhos temporários tal como de instalação de estradas de desvios

(2) Método de Construção na Secção Rural

O trabalho de construção de estrada será executado nas unidades de construção com trânsito sendo bloqueado da estrada existente. Portanto, desvios de trânsito devem ser preparadas para, ademais, uma estrada temporária de construção também será construída para evitar mistura entre equipamento/máquinas de construção e trânsito normal. O cumprimento contínuo de desvios não excederá 5km e cada unidade será pelo menos 5km à parte da próxima unidade de acordo com o regulamento da ANE. As pessoas de controlo de trânsito serão designadas nas ligações entre a estrada existente e as unidades de trabalho. Uma amostra da secção rural é apresentada na Figura 6.3.1. E Figura 6.3.2 apresenta o processo de trabalho em cada uma das unidades de trabalho. Notar que a programação desejável para abertura de trânsito será a conclusão das obras principais (até a marcação das faixas) com a linha contínua de 30 a 50km de acordo com a experiência anterior de Moçambique.

(3) Secção do Povoado

Contrariamente as secções rurais, o trabalho de construção em povoados encara a dificuldade de assegurar uma área suficiente para desvios e a estrada de construção. Portanto, o trabalho será realizado num lado da estrada para assegurar o trânsito numa faixa de rodagem na outra faixa. Os veículos de construção compartilharão esta faixa com veículos públicos. Pessoas devidamente treinadas de controlo de trânsito serão designadas a estas secções. Uma amostra nas secções de povoado é apresentada na Figura 6.3.3.

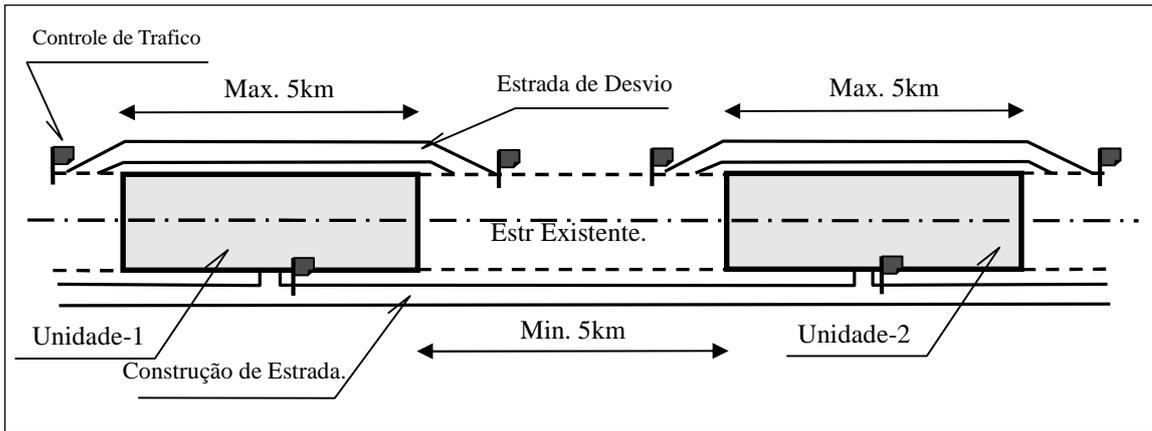


Figura 6.3.1 Estrutura de Amostra na Seção Rural

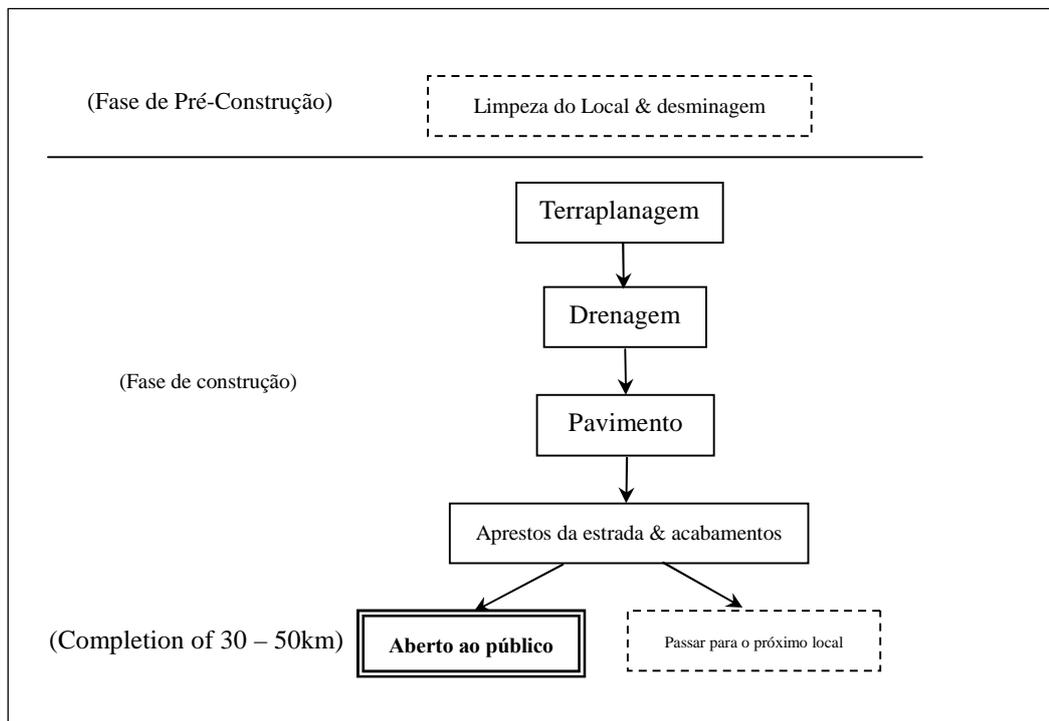


Figura 6.3.2 Processo de Construção numa Unidade de Construção

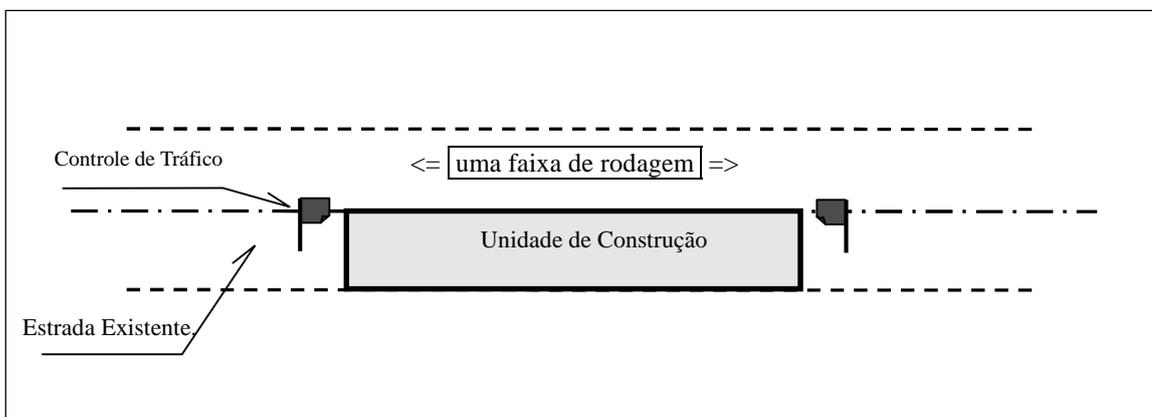


Figura 6.3.3 Amostra numa Seção de Povoado

6.3.3 Plano para a Construção de uma Ponte

(1) Introdução

Este plano inclui a construção de uma breve descrição do método de construção da superestrutura, infra-estrutura e fundação, os procedimentos de construção e do cronograma de construção de obras de construção da ponte.

(2) Plano de Construção para uma Super estrutura

1) Método de Construção

Viga RC-I (L = 17m e 15m) será utilizada para o Projecto. Para a fabricação de viga, existem dois métodos; fabricação no local ou no transporte das vigas de uma fábrica. Embora este último tem vantagens em termos de controlo de qualidade do processo de fabricação e realização atempada das vigas, o método anterior deve ser recomendada para o site do projecto porque:

- O local encontra-se longe da possível fábrica de viga (e.g. Nacala, Nampula). e,
- As vias de acesso estão em péssimas condições o que pode danificar a viga durante o transporte da mesma.

Por isso, é recomendável que a viga RC-I será fabricada no estaleiro de construção perto de locais da ponte. O uso de guindaste móvel (mais de 50 ton) para a erecção da viga também é recomendado.

2) Procedimento de Construção

A seguinte figura 6.3.4 mostra o procedimento para a construção de superestrutura.

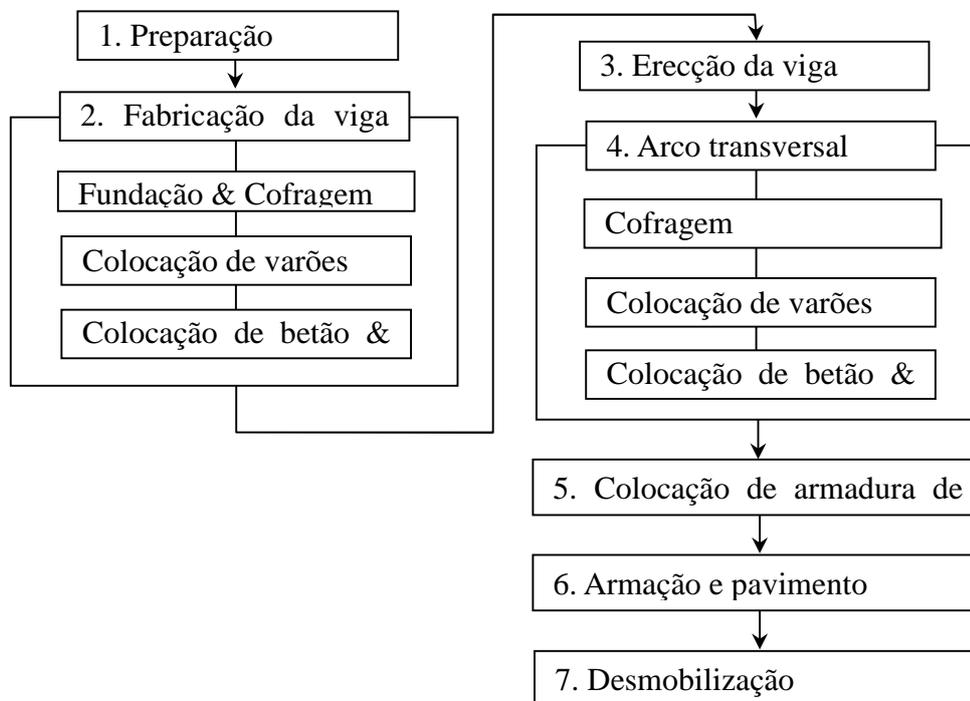


Figura 6.3.4 Procedimento para a Construção da Super estrutura (Viga RC-I)

(3) Plano de Construção para Subestrutura e Fundação

1) Geral

Existem dois pontes na Secção 2, que são suportadas por fundações em pilha no Projecto da Estrada em Estudo . De acordo com o desenho preliminar, tubos de aço em pilha ($D = 400\text{mm}$) devem ser empregues. Breve informação sobre fundações em pilha é apresentada na Tabela 6.3.1

Tabela 6.3.1 Breve Informação sobre Fundação em Pilha

No.	Nome do Rio	No. de pilhas	Cumprimento (m)
6	Lilasse	42	6.68 – 8.83
9	Lutembue	28	7.90

2) Procedimento da Construção para Subestrutura e Fundação

Trabalho de construção e da fundação da subestrutura deve seguir com o seguinte procedimento Segundo mostra a Figura 6.3.5.

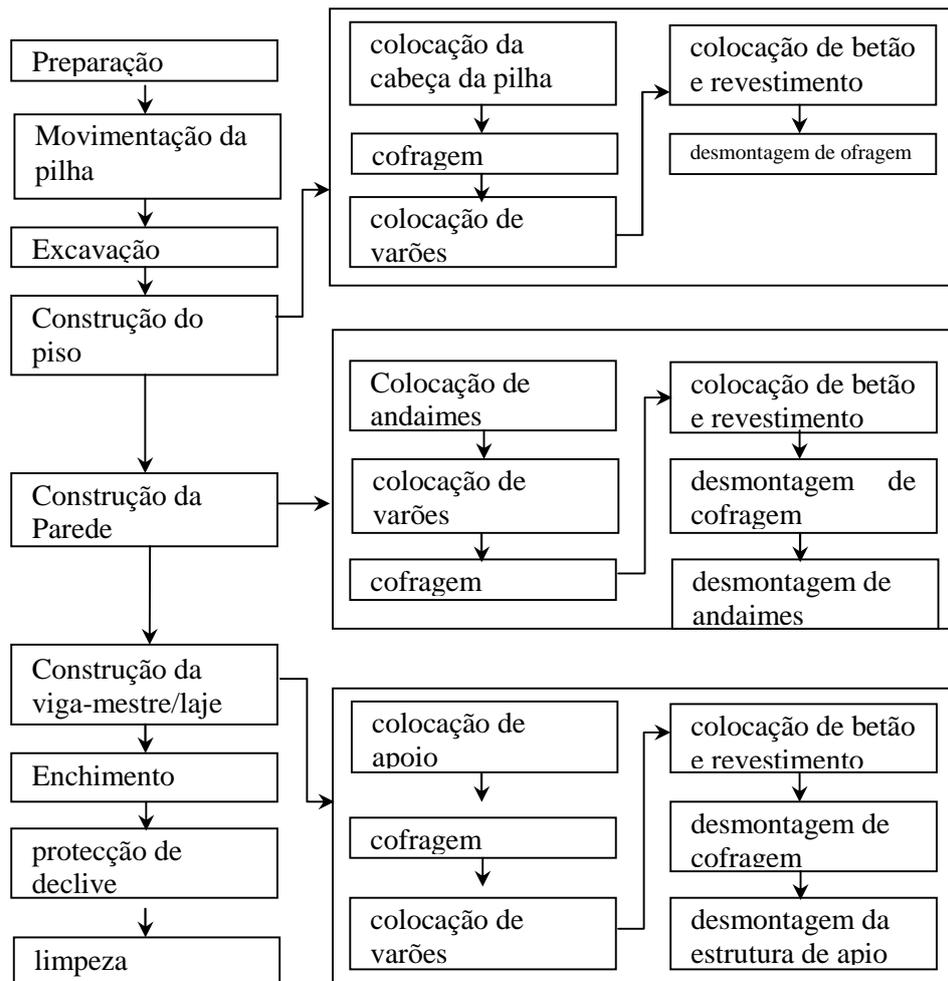


Figura 6.3.5 Procedimento para a Construção da Subestrutura & Fundação

6.4 Teor das Obras de Construção

Os itens de trabalho de construção e as suas quantidades são apresentados na Tabela 6.4.1. Notar a separação de itens de trabalho e sua quantidades para as pontes estão anexados no Apêndice.

Tabela 6.4.1 Itens de Trabalho & Quantidades

Item	Description	Unit	Quantity	Remarks
Bill A: Road works				
1000	General	Ls.	1.00	
2000	Drainage			
	(1) Prefabricated pipe culvert (RC)	m	2,276.00	
	(2.1) Concrete lined ditch (type 1)	m	32,812.00	
	(2.2) Concrete lined ditch (type 2)	m	1,370.00	
	(2.3) Concrete lined ditch (type 3)	m	3,465.00	
	(3) Concrete kerb	m	2,740.00	
	(4) Stone pitching	sq.m	2,325.00	
	(5) Gabion	cu.m	12,503.00	
3000	Earthworks & pavement layers of gravel or crushed stone			
	(1) Cut & fill	cu.m	744,280.00	
	(2) Haulage of embankment material from borrow pit (1.0km)	cu.m	14,916,670.00	Distance btw. site & pit = 10km
	(3) Disposal of surplus material (1.0km)	cu.m	186,070.00	
	(4.1) Upper subgrade	cu.m	321,710.00	
	(4.2) Lower subgrade	cu.m		
	(5.1) Cement stabilized gravel sub base course (C2)	cu.m		
	(5.2) Cement stabilized gravel sub base course (C3)	cu.m		
	(5.3) Cement stabilized gravel sub base course (C4)	cu.m	293,333.00	
	(5.4) Gravel wearing course	cu.m		Equivalent with gravel sub base course (CBR>30%)
	(6) Crushed stone base course	cu.m	243,776.00	Transport distance of aggregate = 110km
4000	Asphalt pavements & seals			
	(1) Prime coat	sq.m	1,348,550.00	
	(2) Single seal	sq.m	225,651.00	
	(3) Double seal	sq.m	1,122,899.00	
	(4) Asphalt concrete (t=10cm)	sq.m		
	(5) Interlocking block pavement	sq.m	2,740.00	
5000	Ancillary roadworks			
	(1) Km post	No.	300.00	
	(2) Guardrail	m	1,235.00	
	(3) Road sign	sq.m	166.78	
	(4) Road marking (W=10cm)	km	447.36	
	(5) Grassing (embankment slope)	sq.m	918,693.00	
6000	Structures			
	(1) Box culvert	cu.m	2,378.00	
	(2) Bridge	Ls.	1.00	
7000	Testing & quality control	Ls.	1.00	
8000	Other works			
	(1) Railway level crossing	No.		
	(2) Demolishing existing concrete	cu.m	2,421.60	
	(3) Removal of corrugated pipe	m	880.10	
	(4) Finishing of road & road reserve (single carriageway)	km	148.40	
	(5) Treatment of old road & temp. diversion	km	148.10	
	(6) Transportation of construction material	Ls.	1.00	225km from Cuamba by trailer truck (50t)

6.5 Programa de Construção

O programa de construção para o Projecto será estimado baseado em quantidades de trabalhos de construção, taxa diária de desempenho de unidade de trabalho, condições do local, etc. Ademais, a taxa líquida de trabalho em período de unidade de tempo, considerando dias de não-trabalho (isto é, dias chuvosos, domingos e feriados) altamente afecta o programa de construção. Tabela 6.5.1 apresenta a estimativa da taxa de trabalho

Tabela 6.5.1 Taxa Líquida de Trabalho

mês	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
No. de dia	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
dia chuvoso (mais de 10mm)	9.40	6.70	6.70	2.90	0.60	-	-	-	0.10	0.50	2.10	7.40	36.40
Domingo	4	4	5	4	5	4	4	5	4	4	5	4	52
feriado (*1)	1	1	-	1	1	1	-	-	2	1	1	1	10
	1.52	1.20	1.08	0.48	0.12	-	-	-	0.02	0.08	0.42	1.19	6.11
dia de não trabalho	12.88	10.50	10.62	7.42	6.48	5.00	4.00	5.00	6.08	5.42	7.68	11.21	92.29
dia de trabalho	18.12	17.50	20.38	22.58	24.52	25.00	27.00	26.00	23.92	25.58	22.32	19.79	272.71
taxa de trabalho (média)	0.58	0.62	0.66	0.75	0.79	0.83	0.87	0.84	0.80	0.83	0.74	0.64	0.75
taxa de trabalho (estação seca)	estação seca											0.81	
taxa de trabalho (estação chuvosa)	estação chuvosa											estação chuvosa 0.65	

(*1) queda de dia chuvosa em domingo ou feriado

Segundo resultados da discussão acima, o programa experimental de construção apresenta-se na Tabela 6.5.2

6.6 Aplicabilidade do Método de Construção com vista a Redução de Custos

6.6.1 Geral

Factores-chave que possam afectar o custo de construção são (i) acessibilidade a fonte de material, (ii) período de construção e (iii) complexidade de trabalho de construção, etc. Esta secção vai debruçar a aplicabilidade de métodos de construção para contribuir na redução de custos para estrada e ponte, da seguinte forma.

6.6.2 Método de Reciclar a Base no Local para a Construção da Estrada

A construção de estrada é composta de itens de trabalho comparativamente simples e comuns. Ademais, o local do Projecto encontra-se numa região bastante remota. Portanto, aplicando os últimos métodos de construção é impraticável e difícil de confirmar o efeito de redução de custo.

De acordo com os projectos anteriores, o custo de trabalho de pavimentação cobre 40 a 80% de custo total de construção, portanto, focalizando este item de trabalho é bastante eficiente para reduzir o custo de construção. Agora a aplicabilidade de método em epígrafe será descrita como se segue.

Este método visa reciclar as existentes estruturas de pavimentação velha (isto é superfície, base & curso de sub-base) para a nova base granular e sub-base no local. Este método reduzirá o processo de transporte do material reciclando o material existente. Este método é composto por seguinte processo:

- (i) Esmague as existentes estruturas de pavimentação (Equipamento necessário: Estabilizador da estrada)
- (ii) Misture os fragmentos de pavimentação e agente estabilizador (por exemplo cimento, betume, & pedra esmagada) (equipamento necessário: O estabilizador de estrada)
- (iii) Nivelamento e compactação (equipamento necessário: Nivelador de motor, cilindro de pneumático de pneus, cilindro de estrada & compactador de vibração)

Os mecanismos deste método por tipo de material de estrutura existente são apresentados na Figura 6.6.1 e 6.6.2.

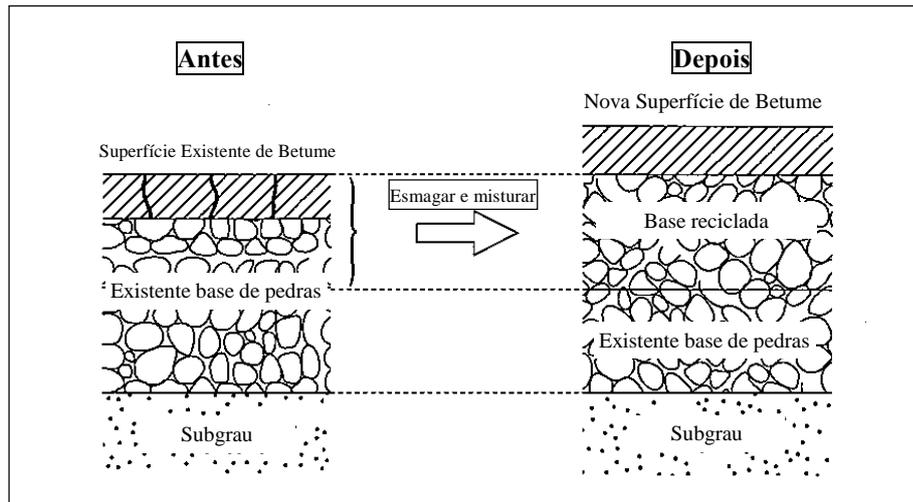


Figura 6.6.1 Desenho de Amostra de Método de Reciclagem de base no local usando superfície e base existente

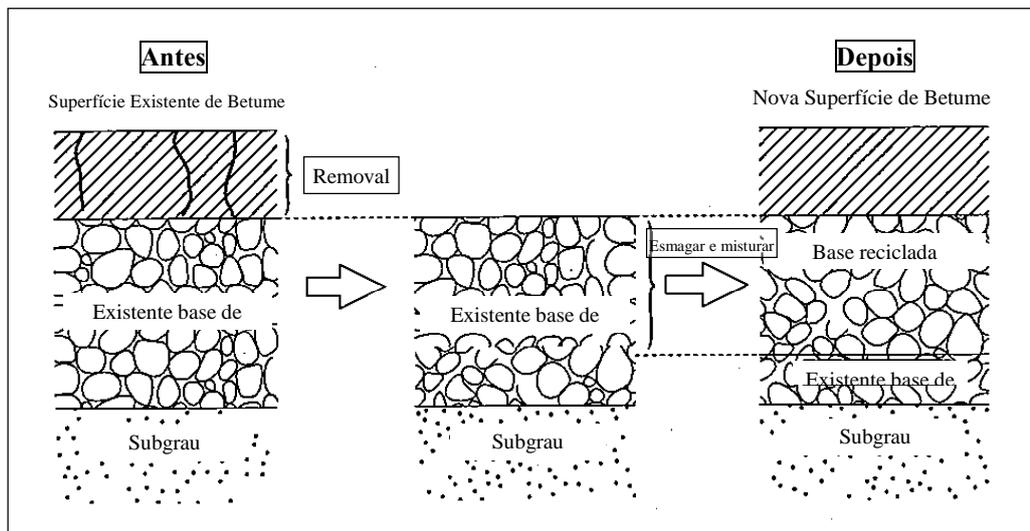


Figura 6.6.2 Desenho de Amostra de Método de Reciclagem de base no local usando a base existente

Aplicabilidade do Projecto

A essência deste método visa utilizar a existente estrutura de pavimentação para reconstruir uma parte do novo piso de base/sub-base no mesmo local. Portanto, os alinhamentos geralmente propostos (horizontal e vertical) devem ser sobre a estrada existente, tal como o trabalho de reconstrução de estruturas de pavimentação. Por outro lado, este método seria aplicável nos seguintes casos:

- Os alinhamentos devem ser redesenhado por causa de melhoramento da estrutura rodoviária. Significa que as obras de construção serão brevemente iniciadas da construção de sub-grau.
- Velocidade e eficácia dos trabalhos de construção devem diminuir nos casos em que secção de estrada existente e construção da nova secção frequentemente alternam uma com a outra.

E agora, voltando para o projecto, o resultado preliminar do desenho indica que a aplicabilidade deste método é inadequado, por causa de uma das seguintes razões.

(i) Elevação da superfície existente da Estrada

Elevação do piso existente é inferior à superfície de estrada na maior parte da secção de Projecto. Isto resulta em danos graves, tais como erosão e limpeza na superfície, devido à entrada de água das inundações durante a estação chuvosa. Portanto, a elevação da superfície desenhada será feita por enchimento com material para proteger a estrutura rodoviária dos danos supracitados. Consequentemente, uso do pavimento existente não é esperado.

(ii) Qualidade do Material do Pavimento Existente

A qualidade do material do pavimento existente é insuficiente para utilizar para a base e a sub-base de curso de acordo com a amostragem e análise laboratorial descrito no Capítulo 2 "Pesquisa sobre as Condições Naturais".

6.6.3 Uniformidade da Viga Pré-moldada para a Construção da Ponte

Este método visa simplificar o trabalho de redução de custos de construção para aplicar alguns tipos de vigas RC pré-moldados. Este método vai minimizar e acelerar os trabalhos de fabricação em estaleiro das obras de fabricação e montagem no local da construção.

De acordo com o resultado preliminar do desenho da ponte, dois tipos de vigas RC pré-moldados ou seja 17m e 15m vai abranger todas as obras de construção de ponte (seis pontes na Secção 2). Pode aumentar a realização dos objectivos acima.

Capítulo 7: Plano de Implementação do Projecto

7.1 Introdução

Este capítulo descreve o plano de implementação de projecto e o programa de desembolso baseado no capital investimento e custos de manutenção, que forma base para a estimativa de custo e análise económica.

7.2 Requisitos para o Plano de Implementação

7.2.1 Projecto de Melhoramento da Estrada no Norte de Moçambique

De acordo com o Programa de Estratégia Integrada do Sector de Estrada (PRISE) 2009 a 2011 estabelecido pelo Fundo de Estrada em 2009 e Relatório de Avaliação do Projecto para FASE I CORREDOR DE ESTRADA MULTINACIONAL-NACALA elaborado pelo BAD, a Estrada Nacional 14 que liga entre Montepuêz e Lichinga e o troço de estrada entre Nampula e Cuamba da Estrada Nacional 13 será melhorado de 2009-2011 e de 2010 a 2013, respectivamente. E os troços de estrada entre Rio Ligonha e Nampula, Namialo Metoro e da Estrada Nacional 1 vão ser reabilitados e ampliados pelo MCC. Além disso, a estrada Cuamba, Mandimba (parte do Corredor de Nacala) foi recomendado por este estudo de viabilidade para entrar em funcionamento em 2014.

Em consequência, o troço entre Lichinga e Mandimba permanecerá como uma única estrada não pavimentada na rede rodoviária nacional. Por agora, fonte de financiamento, tanto para obras de engenharia e desenho detalhado para a estrada Lichinga-Mandimba ainda não está determinada.

Tabela 7.2.1 Projectos Financiados no Norte de Moçambique

Nome	Km	Província	Intervenção	Período de Implementação		Estado Financeiro	
				Início	Fim	FS/DD	Works
N14: Lote B: Marrupa-Ruaca	87	Niassa	Melhoramento	2009	2011	SIDA	SIDA
N14: Lote C: Lichinga-Litunde	67	Niassa	Melhoramento	2009	2011	BAD/JICA	BAD/JICA
N14: Lote A: Montepuez-Ruaca	136	C.Delgado	Melhoramento	2010	2011	BAD/JICA	BAD/JICA
N1: Rio Ligonha-Nampula	102	Nampula	Reabilitação	2010	2012	MCC	MCC
N1: Namialo-Namapa (Rio Lurio)	148	Nampula	Reabilitação	2010	2012	MCC	MCC
N1: Rio Luiro-Metoro	74	C.Delgado	Reabilitação	2010	2012	MCC	MCC
N13: Nampula-Cuamba	341	Niassa/Nampula	Melhoramento	2010	2013	JICA	BAD/JICA
N13: Cuamba-Mandimba	154	Niassa	Melhoramento	2011*	2014*	FS: JICA DD: TBD**	BAD/JICA

*: Período de Implementação recomendado por Equipa de Estudo

**TBD: a ser determinado

7.2.2 Sistema de Procurement

(1) Sistema Típico de Procurement

Embora a fonte de financiamento, tanto para as obras de engenharia civil e o desenho detalhado ainda não está decidida, uma das fontes mais aplicável será o Banco Africano de Desenvolvimento. Portanto, com base na avaliação do Estado e do procedimento do banco, o método de Licitação Pública Internacional (ICB) é o procedimento mais comum para a aquisição de bens e obras de execução do projecto.

Para implementar o procedimento de ICB os seguintes documentos serão preparados durante o desenho detalhado do projecto depois da confirmação da viabilidade do projecto pelo estudo de viabilidade.

- Convite para o concurso
- Instruções aos concorrentes
- Formas de Concursos
- Tipo de Contrato
- Condições de Contrato
- Especificações Gerais e Especiais e Desenhos
- Dados Técnicos Relevantes
- Lista de Bens ou Lista de Quantidades

- Tempo de Entrega ou Programa de Conclusão
- Apêndices necessários, tal como formatos para vários títulos

(2) Outros Tipos de Aquisição

Em caso, os métodos de aquisição que podem ser usados onde o ICB não seria o método mais económico e eficiente de aquisição, os seguintes métodos de aquisição são também aplicáveis e autorizados pelo Banco:

- Concurso Internacional Limitado
- Concurso Nacional Competitivo (NCB)
- Compra ou Contratação Directa
- Conta Própria
- Aquisição das Agências Especializadas
- Aquisição sob BOO/BOT/BOOT, Concessões e Mecanismos Similares do Sector Privado
- Aquisição com Base no Desempenho
- Participação Comunitária na Aquisição
- Aquisição sob Programa de Emergência no Âmbito de Desastre

(3) Método proposto de Aquisição

Baseando-se na descrição dos métodos acima citados de aquisição, cada método de aquisição tem condições aplicáveis. Em caso deste projecto, os seguintes itens podiam ser considerados como características do projecto.

- Para este projecto de estrada espera-se que o seu melhoramento será mantido por ANE como uma das principais estradas nacionais através do procedimento estabelecido periódico ou programa de manutenção de rotina.
- Em caso do Desenho, Construção e método de Manutenção, um valor contraído e duração parece ser mais baixos e mais curta que o método tradicional de passo a passo. Mas o desenho detalhado incluindo todos os dados técnicos e financeiros serão partilhados com o empreiteiro, e assim o proprietário não pode responder correctamente e rapidamente aos pedidos para a mudança de desenho feitos por empreiteiro.

Como resultado, a duração original do contrato tornar-se-á mais longa com longo tempo desocupado dos equipamentos de construção e mão-de-obra exigindo mais custos do projecto. Em tal caso, tanto empreiteiro como o proprietário facilmente não podem sanar essas questões, o que necessitará de um processo de arbitragem e o projecto será parado ou ficar sem efeito.

Assim, o método tradicional de ICB será recomendada para a selecção do empreiteiro deste Projecto, e tanto o BOT como o Desenho, Construção e método de Manutenção não serão adequados para a implementação do projecto. Quanto ao desenho detalhado, um método baseado na qualidade de aquisição será recomendável a fim de manter a qualidade da precisão do desenho com mais investigação detalhada de material para localizar pedreira mais próxima do

local de construção e levantamento topográfico detalhado para o desenho mais precisa do alinhamento proposto preparados por este estudo sobre o terreno ondulado e montanhoso.

7.3 Plano de Implementação do Projecto

7.3.1 Agência Implementadora

A ANE foi delegada pelo Ministério das Obras Públicas e Habitação para fazer a gestão da rede rodoviária nacional. A responsabilidade de execução do projecto tutelar-se-ia sob DEPRO da ANE. Existe também a GAT para lidar com as questões ambientais e sociais, que também serve esta Direcção embora reporta directamente ao Director-Geral da ANE.

7.3.2 Condições Típicas de Implementação

Plano de implementação do projecto têm alguns constrangimentos que afectam o programa:

- O Relatório sobre o Estudo de Viabilidade deste projecto deve ser apresentado em Fevereiro de 2010.
- GOM / ANE irá tentar encontrar uma fonte de financiamento esperado para as obras de engenharia e o desenho detalhado (D/D), do presente Projecto.
- Depois de encontrar o fundo, a selecção de consultor para D/D vai necessitar um procedimento de cinco meses e preparação de D/D e documentos do concurso vai exigir no mínimo seis meses.
- Elaboração de estudo de impacto ambiental e RAP exigirá cerca de oito a nove meses e será submetido ao BAD 120 dias antes da apresentação do relatório de avaliação do Projecto.
- Negociação com as agências de crédito para aprovação e finalização do contrato de empréstimo vai exigir no mínimo três a quatro meses
- Concurso para o empreiteiro vai exigir um procedimento de dez a onze meses no mínimo, incluindo a pré-qualificação, anúncio de concurso, a preparação da proposta de 90 dias e avaliação das propostas e aprovação pela ANE e doadores
- Selecção de consultor de supervisão e assistência de concurso exigirá cerca de sete meses.
- Início do trabalho físico dos empreiteiros (geralmente 30 dias após a notificação para proceder)
- Construção e serviço de fiscalização exigirão cerca de três anos (33 meses)

7.3.3 Plano de Implementação do Projecto

Com base nas condições acima referidas, o plano de execução proposto para este projecto pode ser resumido como apresentado abaixo e na figura. 7.3.2.

Construção de duração: Como se espera implementar o PRISE 2009 a partir de 2011 a 2014, a equipe de estudo propôs a duração do período de construção de três anos 2013-2015 porque a fonte do financiamento, tanto para as obras de engenharia e desenho detalhado ainda não está determinada e a assegurar a fonte de financiamento será necessário quase uma duração de um ano, após a apresentação do relatório do estudo. O GOM / ANE está disposto a fazer um pedido para aplicar este projecto como projecto de NEPAD ou componente do

Projecto da Estrada de Cuamba-Mandimba. Portanto, uma programação temporária da execução do projecto será introduzida de forma adequada para uma avaliação económica do projecto, como mencionado acima.

Pacote de Construção: uma vez que o comprimento total da estrada é de 150 quilómetros de comprimento, um pacote de contratação dos empreiteiros será recomendável com base na avaliação do custo de construção necessária para o estabelecimento dos acampamentos de construção e trabalhos temporários no caso de pacotes múltiplos de contratação do empreiteiro.

Desenho detalhado: Como descrito acima sobre a procura da fonte de financiamento, o desenho detalhado deste projecto devem ser conduzido com cautela, a fim de encontrar pedreira mais adequado com a distância mais curta do que deste estudo ao lado da estrada do projecto e de realizar mais desenho detalhado do alinhamento proposto neste estudo para minimizar as quantidades das obras no terreno, o trabalho proposto. A duração do desenho detalhado será o mínimo de seis meses e terá início após a determinação do financiamento.

Além disso, a Equipe de Estudo propõe as seguintes actividades e pesquisas adicionais para o desenho detalhado com base nos resultados do estudo.

Mes	1	2	3	4	5	6	Comentários
I. Engenheiro principal							
1. Engenheiro de auto-estrada							
2. Hidrólogo							
3. Engenheiro de estruturas							Desenho da Ponte (N=6)
4. Engenheiro de Material							
5. Medidor Orçamentista							
6. Especialista de Documentação							
7. Economista							
II. Pesquisa Topográfica & Geológica							
1. Topográfico (1)							Plano, faixa central, pesquisa transversal (L=148km)
2. Topográfico (2)							DMS* pesquisa (L=148km)
3. Geológico (1)							Teste CBR & DCP
4. Geológico (2)							Amostra de Material & Teste
5. Geológico (3)							Pesquisa de Perfuração (N=2, L=25m)

DMS: Pesquisa sobre Medidas Detalhadas

Figura 7.3.1 Actividades do Desenho Detalhado Proposto e Pesquisa Adicional (L=148km)

7.3.4 Outra Possibilidade para o Plano de Implementação do Projecto

(1) Condições com Projecto da NEPAD

Como já foi descrito, o GOM / ANE está disposto a fazer um pedido de requerer este projecto como de NEPAD ou componente de Projecto de Estrada Cuamba-Mandimba.

O Corredor de Nacala, incluindo a Estrada Cuamba-Mandimba é um dos projectos prioritários da Região da SADC. É compatível com a Nova Parceria para o Desenvolvimento de África (NEPAD) e a estratégia do Banco para as Comunidades Económicas Regionais (CER) em projectos de infra-estrutura multinacional que removem barreiras e obstáculos à livre circulação de pessoas, bens e apoiam a cooperação e integração regionais.

Quando o corredor estiver concluído, a população-alvo compreender-se-ia dos beneficiários dos três países (Zâmbia, Malawi e Moçambique) que irão utilizar o corredor. Os resultados serão melhores serviços de transporte, tempo de viagem reduzido e os custos de transporte, menor tempo de resposta para transporte internacional de mercadorias, a protecção do pavimento de dano prematuro e melhorar o acesso aos mercados e serviços.

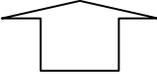
O objectivo principal do projecto da NEPAD visa apoiar o crescimento económico na Comunidade de Desenvolvimento da África Austral (SADC) e favorecer a integração regional através da infra-estrutura de transporte confiável, eficiente e contínuo para melhorar a competitividade da região. Isso significa que o projecto de NEPAD tem de contribuir para reforçar a integração económica regional, como um projecto multinacional.

No entanto, a função da estrada Lichinga-Mandimba não é estrada internacional que liga outros países, mas sim estrada essencial para o desenvolvimento regional da província de Niassa. Sem dúvida, uma ligação de transportes por estrada asfaltada entre Lichinga Mandimba vai contribuir para a redução da pobreza através da melhoria de acesso ao mercado e à melhoria dos serviços de transporte.

(2) Melhoramento Faseado

Por razões acima mencionadas, não será maior a possibilidade de aplicar este projecto como projecto de NEPAD. Neste caso, o GOM / ANE deve considerar um melhoramento faseado de acordo com as condições das estradas existentes e programa de desenvolvimento regional. A equipe de estudo recomenda as seguintes prioridades do ponto de vista das condições de estrada e de desenvolvimento regional.

Tabela 7.3.1 Prioridade para Melhoramento Faseado

O objectivo final: Provisão de serviços de estrada de qualidade	
	
De Ex. Condições de estrada	De Programa Regional de Desenvolvimento
<p>1. Melhoramento dos troços intransitáveis durante a época chuvosa</p> <p>✓ Melhoramento dos troços de inundações</p>	<p>1. Necessidades Básicas Humanas</p> <p>✓ Melhoramento de acesso aos serviços sociais apropriados como hospitais gerais</p>
<p>2. Melhoramento das zonas perigosas</p> <p>✓ Melhoramento de desvios e faixas ascensionais</p>	<p>2. Promoção de agricultura</p> <p>✓ Melhoramento de acesso aos mercados</p>
<p>3. Melhoramento das zonas negras</p> <p>✓ Melhoramento da Estrada nas zonas povoadas</p>	<p>3. Desenvolvimento Industrial</p> <p>✓ Provisão de serviços de carregamento para investimento florestal</p> <p>✓ Provisão de melhores estradas para turistas</p>
<p>4. Ligação à Estrada pavimentada</p> <p>✓ Construção de Estrada para todas as épocas</p>	

De ponto de vista de prioridades supracitadas, o plano de implementação na figura 7.3.3 será proposto como outra possibilidade.

Capítulo 8: Estimativa de Custo do Projecto

8.1 Introdução

A estimativa preliminar de custo do Projecto (aqui em diante designada "a Estimativa" será feita baseado no resultado do desenho preliminar, a quantidade de cada item de trabalho, e o planeamento da construção do Projecto. O resultado da Estimativa será utilizado para a análise económica.

8.2 Metodologia da Estimativa

(1) Análise e Modificação dos Projectos Semelhantes

Basicamente o custo por unidade de construção de "Melhoramento de Estrada Nampula - Cuamba" (adiante designado como "NCR") é utilizado para a estimativa, devido à alta semelhança entre os dois projectos da seguinte forma.

- Local: O Projecto de estrada é a extensão de NCR além de Cuamba na região norte.
- Tempo da estimativa: A estimativa de NCR de ponto de vista de engenharia foi finalizada na fase do seu desenho detalhado em Abril 2009.

Porém, seguintes aspectos são considerados e modificados para corresponder à Estimativa.

1) Actualização do Preço de Material

Preço de Material altamente afecta o custo de construção. Portanto, os preços de alguns materiais essenciais são actualizados de acordo com a pesquisa de mercado, na província de Nampula (veja abaixo). Preços pesquisados são aplicados ao cálculo, em vez de NCR.

Moeda: US \$			
Material	Unidade	NCR	Recente Preço do Mercado(*)
(i) Cimento	Ton	300.00	180.00
(ii) Diesel	Litro	1.45	0.90
(iii) Varões	Ton	1400.00	1,280.00

(*) A média de seis grandes fornecedores em Outubro de 2009. Os preços incluem a entrega a Cuamba.

2) Análise de Modo de Transporte

Limitação do modo de transporte entre a NCR e o Projecto é considerado. Em termos concretos, a linha-férrea está em funcionamento na secção de Nacala - Nampula - Cuamba para NCR. Portanto, existem duas opções, a saber, linha-férrea e veículos para a NCR. Por outro lado, apenas os veículos, como camiões basculantes e camiões de reboque estão disponíveis para o Projecto depois Cuamba. O custo de transporte com veículo é estimado da seguinte forma.

- Número de viagens em caso de usar camiões de reboque (50ton) é calculado a partir do peso total de material principal de construção e distância média

entre Cuamba e local de construção.

- Calcula-se o custo multiplicando o número de viagens e custos unitários do veículo juntos. Os dados detalhados são apresentados na Tabela 8.2.1.

Tabela 8.2.1 Custo de Transporte

Moeda: US \$

Material Un	idade	Qty	No. de viagens	Unidade V-custo (por viagem)	Factor Marginal	Valor
(i) Cimento	Ton	24,199	484	1,433.80	150%	1,240,954
(ii) Varões	Ton	1,760	36			
(iii) Tubo Pre-moldado	m	2,276	54			
(iv) Tubo de aço	m	547	3			
		Total de viagens	577			

Condições de Estimativa

- Taxa de unidade de veículo: USD 716.90 por dia para camião com reboque (50ton). A taxa inclui o motorista, combustível e custos operacionais.
- Distancia de Transporte: 225km (Cuamba – No meio da estrada do Projecto)
- Custo unitário de veículo: Uma viagem de ida e volta por dia está disponível considerando a distância de viagens necessários (225 x 2 = 450 km), as condições das estradas existentes e tempo de carga / descarga. Portanto, o custo é estimado em US \$ 1,433.80 por viagem.
- Factor Marginal: Este factor é elaborado para bens e itens excluindo os materiais acima citados.

3) Custo de Trabalho de Pavimento

De um modo geral, uma percentagem bastante elevada (40 - 80%) do custo total de construção é coberto pelo trabalho de pavimento como base, sub-base e revestimento superficial entre os mesmos tipo de projectos de estrada. Além disso, o método de transporte e a distância de brita (ou seja, material principal para as obras de pavimentação) também altamente afectam os custos relevantes. Portanto, os custos unitários de construção de obras de pavimentação são estimados considerando ao mesmo tempo as condições, conforme mostrado abaixo.

- Local da potencial pedreira: 33km de Cuamba identificada com No.6 dos resultados da pesquisa de material (fora da secção do projecto de estrada)
- Distância de Transporte: 110km (pedreira/estaleiro para esmagar até ao

meio da secção de construção)

- Método de Transporte: Usando o descarregador (10ton). Quantidade disponível de transporte por unidade é de 15 dias por 100 cu.m de acordo com padrão japonês.
- Custo unitário de construção:

Moeda: US \$

Trabalho	Unidade	Custo
(i) Brita de revestimento base	cu.m	128.80
(ii) Revestimento superficial simples	sq.m	5.98
(iii) Revestimento superficial duplicado	sq.m	9.66

(2) Aplicabilidade do Factor de Subida de Preços

Taxa de inflação de 10% ao ano (ou seja, uma média de 10 anos (1999 - 2008) do índice de preços do consumidor) é divulgada pelo Instituto Nacional de Estatística (INE). No entanto, o preço de material não se harmoniza com a tendência actual de inflação de acordo com a pesquisa recente do mercado descrita no 9,2 (1). Flutuação do preço do material é estável ou em declínio. Portanto, aplicando essa taxa ao custo da NCR é adequado para a actualização da estimativa. O custo unitário de construção para a estimativa é estabelecido com base no resultado da discussão e análise anterior, em vez de unanimemente aplicar a taxa de +10%.

8.3 Determinação de Custo por Unidade de Construção

O custo de construção por unidade será determinado através das discussões acima citadas. Os custos para os itens de trabalho de estrada e pontes (equivalente a Conta-A: No. 2000 – 8000) são apresentados na Tabela 8.3.1 e 8.3.2.

Tabela 8.3.1 Unidade de Custo de Construção para Estrada

Moeda: US \$

Item	Description	Unit	Unit Cost	Remarks	
Bill A: Road works					
2000	Drainage	(1) Prefabricated pipe culvert (RC)	m	1,236.63	
		(2.1) Concrete lined ditch (type 1)	m	158.62	
		(2.2) Concrete lined ditch (type 2)	m	78.04	
		(2.3) Concrete lined ditch (type 3)	m	396.55	
		(3) Concrete kerb	m	33.35	
		(4) Stone pitching	sq.m	65.55	
		(5) Gabion	cu.m	142.00	
3000	Earthworks & pavement layers of gravel or crushed stone	(1) Cut & fill	cu.m	6.11	
		(2) Haulage of embankment material from borrow pit (1.0km)	cu.m	0.92	
		(3) Disposal of surplus material (1.0km)	cu.m	5.75	
		(4.1) Upper subgrade	cu.m	5.92	
		(4.2) Lower subgrade	cu.m	4.74	
		(5.1) Cement stabilized gravel sub base course (C2)	cu.m	72.62	
		(5.2) Cement stabilized gravel sub base course (C3)	cu.m	60.52	
		(5.3) Cement stabilized gravel sub base course (C4)	cu.m	48.42	
		(5.4) Gravel wearing course	cu.m	36.80	Equivalent with gravel sub base course (CBR>30%)
		(6) Crushed stone base course	cu.m	128.80	Transport distance of aggregate = 110km
4000	Asphalt pavements & seals	(1) Prime coat	sq.m	1.53	
		(2) Single seal	sq.m	5.98	
		(3) Double seal	sq.m	9.66	
		(4) Asphalt concrete (t=10cm)	sq.m	51.75	
		(5) Interlocking block pavement	sq.m	25.30	
5000	Ancillary roadworks	(1) Km post	No.	110.76	
		(2) Guardrail	m	64.62	
		(3) Road sign	sq.m	473.01	
		(4) Road marking (W=10cm)	km	1,523.88	
		(5) Grassing (embankment slope)	sq.m	2.94	
6000	Structures	(1) Box culvert	cu.m	646.29	
		(2) Bridge	Ls.	4,260,296.01	
7000	Testing & quality control		Ls.	17,250.00	
8000	Other works	(1) Railway level crossing	No.	115,000.00	
		(2) One stop border post	Ls.	0.00	
		(3) Demolishing existing concrete	cu.m	42.99	
		(4) Removal of corrugated pipe	m	6.79	
		(5) Finishing of road & road reserve (single carriageway)	km	1,725.00	
		(6) Treatment of old road & temp. diversion	km	1,380.00	
		(7) Transportation of construction material	Ls.	1,427,097.10	225km from Cuamba by trailer truck (50t)

Tabela 8.3.2 Custo Unitário de Construção para a Ponte

Moeda: US \$

Item	Description	Unit	Rate	Remarks		
6000	(2) Bridge	1) Foundation	(i) Excavation	Soil	cu.m	2.39
			(ii) Excavation	Rock	cu.m	17.58
			(iii) Backfill		cu.m	5.62
			(iv) Pile	Steel tube (D=400mm)	m	840.00
		2) Substructure	(i) Concrete	$\sigma_{ck}=240\text{kgf/cm}^2$	cu.m	249.78
			(ii) Formwork		sq.m	33.24
			(iii) Reinforcement bar	SD295	t	2,950.25
		3) Superstructure	(i)-1 Precast RC girder	$\sigma_{ck}=300\text{kgf/cm}^2$, L=15m	No.	6,858.19
			(i)-2 Precast RC girder	$\sigma_{ck}=300\text{kgf/cm}^2$, L=17m	No.	7,745.02
			(ii) Concrete	$\sigma_{ck}=270\text{kgf/cm}^2$ (deck, cross beam, precast panel)	cu.m	225.60
			(iii) Formwork		sq.m	30.72
			(iv) Reinforcement bar	SD295	t	2,820.00
			(v) Girder erection		No.	974.54
		4) Ancillaries	(i) Expansion joint		m	1,059.73
			(ii) Bearing		No.	336.56
			(iii) Drainage pipe	PVC (D=75mm)	m	115.15
			(iv) Parapet	New Jersey type	m	838.10
			(v) Slope & river protection	Gabion (t=30cm)	sq.m	69.49

8.4 Custo das Obras não relacionadas com a Construção

Custo das obras não relacionadas com a construção sé determinado da seguinte forma.

(1) Obras gerais (Conta-A: No. 1000)

Custo deste item é estimada em percentagem do montante total do projecto da factura n ° 2000 - 8000 com base na análise comparativa entre o mesmo tipo de projectos de estradas já implementados em Moçambique. Resultado da análise é apresentado na Figura 8.4.1 como uma relação de gráficos entre o custo de (2000 - 8000) e do custo geral.

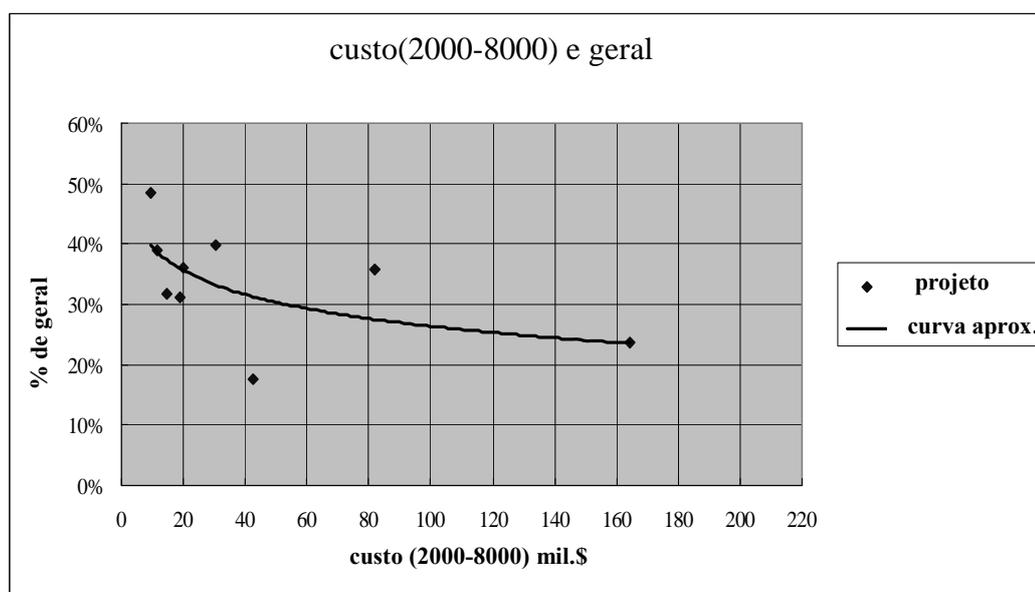


Figura 8.4.1 Relação entre o Custo (2000 – 8000) & Custo Geral

(2) Obras Diurnas, Questões Sociais e Mitigação Ambiental

Os custos de itens legendados são estimados em percentagem do montante total da Conta-A (Obras de Estrada) com base na estimativa de engenharia da NCR. Cada percentagem de aplicação é apresentada como se segue.

Conta	% da Conta -A (NCR)
Conta-B: Obras Diurnas	0.86%
Conta -C: Questões Sociais	0.94%
Conta -D: Mitigação Ambiental	0.25%

(3) Custos de Contingência e de Engenharia

Custos de contingência e de engenharia são calculados de acordo com a estimativa de NCR da seguinte maneira.

- Custos de Contingência: 10% do total de custos de construção & não-construção (Conta A – D)
- Custos de Engenharia: 5% da Conta A – D + custos de contingência

4) Impostos do Valor Acrescido (VAT)

17% de IVA é regulamentado em Moçambique. No entanto, a taxa será reduzida a 6,8% no caso do projecto de estrada de acordo com o recente regulamento. Portanto, a estimativa é aplicável a taxa reduzida.

8.5 Resultado da Estimativa

Os resultados da Estimativa são resumidos na Tabela 8.5.1 e 8.5.2. Notar que a separação dos custos de construção da ponte estão anexados no Apêndice.

Tabela 8.5.1 Custo Total do Projecto

Moeda: US \$

Item	Description	Unit	Rate	Quantity	Amount	Remarks	
Bill A: Road works							
1000	General	Ls.	28,083,345.82	1.00	28,083,345.82	27.00% of 2000 to 8000	
2000	Drainage	(1) Prefabricated pipe culvert (RC)	m	1,236.63	2,276.00	2,814,568.74	
		(2.1) Concrete lined ditch (type 1)	m	158.62	32,812.00	5,204,623.03	
		(2.2) Concrete lined ditch (type 2)	m	78.04	1,370.00	106,915.89	
		(2.3) Concrete lined ditch (type 3)	m	396.55	3,465.00	1,374,041.42	
		(3) Concrete kerb	m	33.35	2,740.00	91,379.00	
		(4) Stone pitching	sq.m	65.55	2,325.00	152,403.75	
		(5) Gabion	cu.m	142.00	12,503.00	1,775,451.01	
		Total (2000)			11,519,382.84		
3000	Earthworks & pavement layers of gravel or crushed stone	(1) Cut & fill	cu.m	6.11	744,280.00	4,544,945.82	
		(2) Haulage of embankment material from borrow pit (1.0km)	cu.m	0.92	14,916,670.00	13,723,336.40	Distance btw. site & pit = 10km
		(3) Disposal of surplus material (1.0km)	cu.m	5.75	186,070.00	1,069,902.50	
		(4.1) Upper subgrade	cu.m	5.92	321,710.00	1,905,327.48	
		(4.2) Lower subgrade	cu.m	4.74			
		(5.1) Cement stabilized gravel sub base course (C2)	cu.m	72.62			
		(5.2) Cement stabilized gravel sub base course (C3)	cu.m	60.52			
		(5.3) Cement stabilized gravel sub base course (C4)	cu.m	48.42	293,333.00	14,201,717.20	
		(5.4) Gravel wearing course	cu.m	36.80			Equivalent with gravel sub base course (CBR>30%)
		(6) Crushed stone base course	cu.m	128.80	243,776.00	31,398,348.80	Transport distance of aggregate = 110km
		Total (3000)			66,843,578.19		
4000	Asphalt pavements & seals	(1) Prime coat	sq.m	1.53	1,348,550.00	2,062,607.23	
		(2) Single seal	sq.m	5.98	225,651.00	1,349,392.98	
		(3) Double seal	sq.m	9.66	1,122,899.00	10,847,204.34	
		(4) Asphalt concrete (t=10cm)	sq.m	51.75		0.00	
		(5) Interlocking block pavement	sq.m	25.30	2,740.00	69,322.00	
		Total (4000)			14,259,204.55		
5000	Ancillary roadworks	(1) Km post	No.	110.76	300.00	33,226.95	
		(2) Guardrail	m	64.62	1,235.00	79,803.85	
		(3) Road sign	sq.m	473.01	166.78	78,888.02	
		(4) Road marking (W=10cm)	km	1,523.88	447.36	681,721.39	
		(5) Grassing (embankment slope)	sq.m	2.94	918,693.00	2,704,632.19	
		Total (5000)			3,578,272.40		
6000	Structures	(1) Box culvert	cu.m	646.29	2,378.00	1,536,874.05	
		(2) Bridge	Ls.	4,260,296.01	1.00	4,260,296.01	
		Total (6000)			5,797,170.06		
7000	Testing & quality control	Ls.	17,250.00	1.00	17,250.00		
8000	Other works	(1) Railway level crossing	No.	115,000.00		0.00	
		(2) Demolishing existing concrete	cu.m	42.99	2,421.60	104,097.32	
		(3) Removal of corrugated pipe	m	6.79	880.10	5,971.48	
		(4) Finishing of road & road reserve (single carriageway)	km	1,725.00	148.40	255,990.00	
		(5) Treatment of old road & temp. diversion	km	1,380.00	148.10	204,378.00	
		(6) Transportation of construction material	Ls.	1,427,097.10	1.00	1,427,097.10	225km from Cuamba by trailer truck (50t)
		Total (8000)			1,997,533.90		
		Total (Bill A: Road works)			132,095,737.76		
Bill B: Day works		Ls.	1,136,023.34	1.00	1,136,023.34	0.86% of Bill A	
Bill C: Social issues		Ls.	1,241,699.93	1.00	1,241,699.93	0.94% of Bill A	
Bill D: Environmental mitigation		Ls.	330,239.34	1.00	330,239.34	0.25% of Bill A	
		Total (Bill A+B+C+D)			134,803,700.39		
Contingencies		Ls.	13,480,370.04	1.00	13,480,370.04	10% of A to D	
IVA		Ls.	10,083,316.79	1.00	10,083,316.79	6.8% of (A to D) & Contingencies	
		Total construction cost			158,367,387.21		
Engineering cost		Ls.	7,414,203.52	1.00	7,414,203.52	5% of (A to D) & Contingencies	
IVA		Ls.	504,165.84	1.00	504,165.84	6.8% of Engineering cost	
		Total project cost			166,285,756.57		
		Compensation for land acquisition & resettlement			199,391.00		
		(USD 1,121,868 per km)					

Tabela 8.5.2 Custo de Construção da Ponte

Moeda: US \$

No.	nome de rio	descrição	área (sq.m)	quantia	custo por sq.m	observações
5	Ngame I	L=2@15.00m=30.00m, W=10.15m, Spread foundation	304.50	667,843.14	2,193.25	
6	Lilasse	L=17.00m, W=10.15m, Pile foundation	172.55	640,318.15	3,710.91	
7	Ninde	L=2@17.00m=34.00m, W=10.15m, Spread foundation	345.10	598,282.08	1,733.65	
8	Luculumesi	L=2@17.00m=34.00m, W=10.15m, Spread foundation	345.10	777,762.15	2,253.73	
9	Lutembue	L=2@17.00m=34.00m, W=10.15m, Pile foundation	345.10	875,533.48	2,537.04	
10	Luambala	L=2@15.00m=30.00m, W=10.15m, Spread foundation	304.50	700,557.02	2,300.68	
		Total	1,816.85	4,260,296.01	2,344.88	

Capítulo9: Sistemas de Manutenção da Estrada

9.1 Introdução

Este capítulo descreve a manutenção de estradas e um plano de gestão do tráfego a ser implementada após o início do funcionamento do melhoramento da Estrada em Estudo, a fim de garantir o objectivo final do Projecto.

O objectivo da manutenção visa a conservação da estrada numa melhor condição e segura durante toda a sua vida útil através das reparações adequadas e oportunas dos danos ao pavimento das estradas e estruturas. Ele garante que a estrada permaneça transitável durante todo o ano para acomodar uma velocidade de condução, tal como designada no seu desenho original. A gestão de trânsito é importante para proteger a estrada de danos causados por uso indevido, bem como para garantir a segurança rodoviária. A gestão de tráfego inclui o controle de sobrecarga de veículos, controle de velocidade e instalação de equipamentos de segurança de tráfego.

9.2 Sistemas Existentes de Manutenção da Estrada

9.2.1 Situação de Manutenção da Estrada

(1) Manutenção de Estrada

As dez delegações provinciais da ANE são responsáveis pela execução de todas as obras de manutenção nas estradas classificadas. A Direcção de Manutenção tem um papel fundamental na garantia de que as delegações provinciais estejam plenamente conscientes e em conformidade com as directrizes técnicas e operacionais para a implementação do plano de manutenção anual, e que as estradas de todos os tipos (primário, secundário, terciário, a vicinal, pavimentadas, não pavimentadas) estão sendo mantidas e fornecidas. A DIMAN também suporta as províncias na execução de melhoramento, reabilitação e construção de estradas terciárias e vicinais. O papel da Direcção inclui assessoria técnica aos conselhos municipais e distritos nos seus programas rodoviários, através das delegações provinciais.

(2) Segurança Rodoviária

As responsabilidades da ANE para a segurança rodoviária (através de padrões de desenho de estrada, medidas físicas para melhorar a segurança e a colocação de sinais e marcações rodoviárias) tem sido confiada a cargo de DIMAN dado o importante papel das províncias neste processo. As actividades serão coordenadas com o Instituto Nacional de Viação, INAV. A DIMAN também é responsável pela supervisão de medidas de controlo de sobrecarga de veículos, a utilização da reserva de estradas e gestão de concessões rodoviárias.

9.2.2 Apoio do Doador para a Manutenção da Estrada

(1) SIDA: Apoio Institucional e Orçamental para a Gestão Descentralizada de Estradas regionais (2006 – 2010)

Este projecto visa apoiar este processo de descentralização. O seu desenho é

baseado nas actividades descritas na Estratégia do Governo de Redução da Pobreza e da Política de Estrada. É uma componente-chave do III Programa de Estradas. O objectivo global do projecto visa: "**Melhorar a qualidade da rede rodoviária regional e a manutenção de estradas realizadas nas estradas nacionais**", e três objectivos do projecto foram definidos como:-

- Aumentar a capacidade da agência de governo na planificação e gestão de manutenção rotineira e periódica, bem como a reabilitação de Estradas Regionais prioritárias,
- Aumentar a capacidade do sector privado para fornecer a manutenção de estradas, reabilitação, gestão de projectos e serviços de supervisão a nível provincial, e
- Proporcionar oportunidades de emprego para as comunidades rurais, em especial, os seus membros mais desfavorecidos.

(2) DANIDA: Programa de apoio ao Sector Agrícola (Componente de Estradas Rurais)

A Componente das Estradas Rurais apoia os esforços do Governo de Moçambique (GOM) para atingir o objectivo de desenvolvimento ASPS II de um "melhoramento sustentável e significativo das condições de vida dos pequenos produtores agrícolas e suas famílias. O objectivo imediato da componente de Estradas Rurais é o «aumento sustentável do acesso rodoviário para pequenos agricultores a insumos agrícolas, mercados e serviços". A componente inicialmente fornece apoio para as províncias de Manica, Tete e Cabo Delgado.

A Componente Estradas Rurais apoia o desenvolvimento do sector terciário e da rede rodoviária distrital apoiada através de Melhoramentos Pontuais e Manutenção Periódica de estradas importantes para o sector familiar agrícola.

9.3 Actividades de Manutenção de Estrada

9.3.1 Categorias de Manutenção da Estrada

Manutenção de estradas pavimentadas e não pavimentadas compreende de três categorias de obras, manutenção de rotina, manutenção periódica e reabilitação.

A manutenção de rotina da rede rodoviária pavimentada é da responsabilidade das delegações provinciais da ANE, actuando sob direcção técnica da Secção de Manutenção de Estradas Pavimentadas (REP) de DIMAN. Manutenção periódica ligeira, foi incluída no plano de pontos críticos de estradas que foram danificadas por acidentes ou outros eventos adversos.

O programa para manutenção de rotina das estradas não pavimentadas, gerido a nível provincial, cobre 13,871 km. O plano de manutenção periódica para 2009, em estradas não pavimentadas cobriu 165 km.

9.3.2 Trabalhos de Manutenção de Rotinas

A manutenção de rotina inclui reparos pontuais (normalmente menos de 150m de comprimento contínuo) do pavimento e os defeitos laterais, e uma manutenção regular da drenagem da estrada, taludes, bermas e infra-estruturas. As acções incluem o preenchimento de buracos, a reorganização de valas laterais, a reparação e limpeza de aquedutos e esgotos, controle de vegetação, controle de poeira, controle da erosão, remoção de areia da superfície da estrada, pintura de marcações rodoviárias, reparação e substituição de sinais de trânsito e corrimão e limpeza geral da estrada. Acção específica para estradas não pavimentadas inclui britagem pontual, arrasto, laminar e medidas de controlo de poeira.

9.3.3 Trabalhos de Manutenção Periódica

Manutenção periódica inclui revestimento completo da largura da faixa ou tratamento do pavimento existente ou faixa (incluindo a correcção menores, preenchimento da superfície e restauração de estruturas resistentes à derrapagem) para manter as características da superfície e da integridade estrutural de funcionamento contínuo. Ela inclui reparos pontuais e reconstrução (normalmente inferior a 10 por cento do comprimento total do projecto em secções com menos de 250 metros de comprimento contínuo) e limitados melhoramento geométricos relacionados com o melhoramento da capacidade de tráfego, velocidade e segurança, mas não do fortalecimento estrutural. As acções específicas incluem a aplicação de lama asfáltica, fumigação de nevoeiro, tratamentos de enriquecimento, tratamentos de superfície (duplo ou simples): Cursos de fricção; asfalto fino revestimento normalmente igual ou inferior a 30 milímetros de espessura e reconstrução base pontual, controle de vegetação, as marcações rodoviárias, pintura, reparação e substituição de sinais estrada.

Manutenção periódica de estradas pavimentadas inclui re-cascalhamento completa para restaurar a espessura necessária. Também irá envolver nivelamento profundo com novo perfil e / ou re-compactação para remodelar o perfil da estrada, reduzir a rugosidade, deterioração lenta, melhorar a qualidade da descarga e uma melhor drenagem.

9.3.4 Trabalhos de Reabilitação

Obras de reabilitação vão envolver toda a largura, comprimento total de asfalto, com o fortalecimento e formação de pavimentos ou estradas existentes (incluindo a reparação de pequenas estruturas de drenagem) para fornecer melhor resistência estrutural e a integridade necessária para manutenção contínua. Melhoramentos geométricos relacionados com a largura, curvatura de inclinação da faixa, pavimento, bermas ou estruturas, serão realizados para aumentar a capacidade de tráfego, melhorar a velocidade ou aumentar a segurança. Caso seja necessário isso incluiria a manutenção e / ou fornecimento de equipamentos de controlo de carga de veículos. As acções específicas incluem a reconstrução integral de base, o reforço de sobreposições do asfalto, remendo selectivo profundo e sobreposições, sobreposições de base granular e pavimentação, tratamento de superfície com correcção de vulto, e reciclagem de uma ou mais camadas do pavimento.

9.4 Realizar um Sistema Eficaz de Manutenção de Estrada

9.4.1 Novo Sistema de Gestão de Estrada

As informações detalhadas necessárias como 'lançamento de dados' para o novo Sistema Integrado de Gestão de Estradas (IRMS) estão sendo lançadas e os estudos serão implementados a partir do final de 2009. Este projecto está sendo financiado pela ASDI no âmbito do Apoio à Gestão Descentralizada de Estradas Regionais. Inquéritos sobre o estado das estradas e contagem do tráfego também são incluídos neste projecto.

Pelo funcionamento adequado deste sistema, os seguintes problemas serão resolvidos.

- Desenvolvimento da rede rodoviária fundamental para dar prioridade a manutenção
- Desenvolvimento de operacionalidade e manutenção sistemática
- Selecção de solução rentável de manutenção
- Elaboração do programa de manutenção rotineira e periódica adequada
- Desenho técnico de obras de manutenção

9.4.2 Desenvolvimento de Capacitação sobre a Manutenção da Estrada

Todas as obras de manutenção rodoviária são adjudicadas para empresas privadas. A participação do sector privado em obras de manutenção rodoviária é considerada eficaz em que prevê intervenções de manutenção em tempo útil, especialmente na estação chuvosa, reforçando o rendimento e actividades de geração de emprego para a população local. Particularmente, o sistema de manutenção baseado em mão-de-obra como é comumente utilizada por pequenos empreiteiros escala parece adequado para uso em zonas rurais (como ao longo da Estrada de Estudo) Esta sistema de manutenção com base na mão-de-obra oferece oportunidades de geração de rendimento para a população local. No entanto, é importante prestar atenção para duas questões importantes ao promover tal sistema - o acesso aos recursos (isto é, o crédito, obras, equipamentos, materiais) e um ambiente facilitador para a contratação (ou seja, pagamento pronto, contactos simplificado, associação de empreiteiros e registo do empreiteiro e procedimentos de registo e avaliação).

