



ISEL

INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA
Área Departamental de Engenharia Civil



Modelos de Análise de Acessibilidade Rodoviária em SIG – Aplicação ao caso de Moçambique

VIDHIA GOVAN

(Licenciada em Engenharia Civil)

Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia na Área de
Especialização em Vias de Comunicação e Transportes

Orientador:

Mestre Paulo José de Matos Martins, Professor Adjunto (ISEL)

Júri:

Presidente:

Licenciada Luísa Maria Ferreira Cardoso Teles Fortes, Professora Adjunta
(ISEL)

Vogais:

Mestre Luís Vasconcelos, Professor Adjunto (IPV)

Mestre Paulo José de Matos Martins, Professor Adjunto (ISEL)

Maio de 2012



ISEL

INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA
Área Departamental de Engenharia Civil



Modelos de Análise de Acessibilidade Rodoviária em SIG – Aplicação ao caso de Moçambique

VIDHIA GOVAN

(Licenciada em Engenharia Civil)

Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia na Área de
Especialização em Vias de Comunicação e Transportes

Orientador:

Mestre Paulo José de Matos Martins, Professor Adjunto (ISEL)

Júri:

Presidente:

Licenciada Luísa Maria Ferreira Cardoso Teles Fortes, Professora Adjunta
(ISEL)

Vogais:

Mestre Luís Vasconcelos, Professor Adjunto (IPV)

Mestre Paulo José de Matos Martins, Professor Adjunto (ISEL)

Maio de 2012

Resumo

A presente dissertação analisa o conceito da acessibilidade e como ela pode ser implementada no planeamento de transporte. O principal objectivo deste trabalho é o estudo das acessibilidades rodoviárias regionais em Moçambique, através da utilização de um Sistema de Informação Geográfica (SIG).

Acessibilidade refere-se à capacidade para alcançar bens e serviços, bem como actividades. Existem muitos factores que afectam a acessibilidade, incluindo a mobilidade (movimento físico), a qualidade da acessibilidade, as opções de transporte, a conectividade do sistema de transporte e os padrões de uso dos solos e de localização das próprias actividades. A acessibilidade pode ser avaliada sob várias perspectivas, como por exemplo tendo em conta o modo, a localização ou a actividade; hoje em dia, muitas vezes o planeamento convencional tende a esquecer e a depreciar alguns desses factores e perspectivas. Deste modo, uma análise mais abrangente da acessibilidade no planeamento alarga o âmbito das possíveis soluções para os problemas de transporte.

Moçambique é um país com grande potencial de desenvolvimento a nível socioeconómico, nos anos vindouros. Para salvaguardar esse potencial de desenvolvimento necessita de garantir acessibilidades adequadas, com níveis de qualidade ajustados a esse desenvolvimento futuro.

Para a realização das Análises de Acessibilidades, construiu – se um Modelo da Rede Rodoviária de Moçambique, que passou por muitas fases desde acertos na Topologia da Rede bem como a sua correcta calibração. As análises de acessibilidade efectuadas e as respectivas apresentações de resultados foram desenvolvidas com base num Sistema de Informação Geográfica (SIG). Para a elaboração das análises utilizou – se a população e o PIB. Com base nisto, foi possível determinar alguns Indicadores de Acessibilidade tais como: a Velocidade Equivalente Recta (VER), Indicador de Sinuosidade, Indicador de Gutierrez, e entre outros.

Nos dias em que vivemos, ter uma acessibilidade geográfica aos serviços é importante. Por exemplo, ter uma escola ou um mercado próximos é um indício de uma adequada qualidade de vida, a qual pode ter sido baseada num adequado planeamento, de modo a proporcionar uma boa acessibilidade aos vários serviços.

O modelo de Rede criado poderá eventualmente ser muito útil a longo prazo, pois contribuirá como uma base de apoio à decisão para a análise de alternativas de investimento rodoviário em função de objectivos associados a melhoria de acessibilidade.

No entanto, este foi um dos valores cruciais do modelo criado, que infelizmente não foi possível desenvolver e explorar.

Palavras-Chave

- | | |
|-------------------------------------|--------------------------|
| - Acessibilidade | - Moçambique |
| - Sistemas de Informação Geográfica | - Planeamento Rodoviário |
| - Rede rodoviária | - Mobilidade |

Abstract

The present dissertation discusses the perception of *accessibility* and how it can be built-in in transportation planning. The principal aim of this work it is to study road transport accessibility for Mozambique, using GIS software.

Accessibility refers to people's ability to reach goods, services and activities, which is the final goal of most transport activity. There are many factors that affect accessibility, including mobility (physical movement), the quality and affordability of transport options, transport system connectivity, mobility substitutes, and land use patterns. Accessibility can be evaluated from various perspectives, including a particular group, mode, location or activity. Conventional planning tends to neglect and underestimate some of these factors and perspectives. More comprehensive analysis of accessibility in planning expands the scope of potential solutions to transport problems.

Mozambique is a country with a great socioeconomic development potential in the coming years, needs however to ensure adequate accessibility and to set quality levels for the future developments. This work also intends to develop an innovative project that is relevant to future efforts in Mozambique, contributing with some suggestions to improve and systematize the practice of road planning in this country.

To carry out the analysis of accessibility, it was created a model of road network for Mozambique, which has gone through many phases from hits in the network topology and the correct calibration. The accessibility analysis carried out and their results presentations were developed based on a Geographic Information System (GIS). For the development of analysis it was important to use data about the Population and GDP of Mozambique. Based on this, it was possible to determine some indicators such as the Speed Equivalent Straight, Sinuosity Indicator, Gutierrez Indicator and others.

Nowadays, having geographic accessibility to services is important. For example, having a school or a marketplace nearby are important living conditions and having a rescue station close by could be a life-saver. And all this factors may have been based on an adequate planning, in order to provide a good accessibility to various services.

The network model created will eventually be very useful in a long term period, because it will contribute as a base for decision support analysis of alternative highway investment in terms of objectives associated with improvement of accessibility.

However, this was one of the crucial values of the created model, which unfortunately was not possible to develop and explore.

Key - words:

- | | |
|---------------------------------|-----------------|
| - Accessibility | - Mozambique |
| - Geographic Information System | - Road Planning |
| - Transport Activity | - Access |

Agradecimentos

Ao Professor Paulo Matos Martins, por me ter proposto o tema da presente dissertação, tendo-se revelado bastante desafiante, e pela sua valiosíssima orientação ao longo da concepção do trabalho.

Um grande agradecimento aos meus pais, Devanand e Dakcha Govan, pela educação e pelos valores que me transmitiram durante todos estes anos. Pelo carinho, amor compreensão e apoio incansável que me deram durante o desenvolvimento desta dissertação.

Às minhas irmãs Natacha, Nima e Chandni pelo apoio, paciência, ajuda e calma que transmitiram durante estes anos de estudos e também durante a elaboração deste trabalho final. Um agradecimento também aos meus cunhados Mishal e Jayvant pela força que transmitiram.

Um agradecimento especial à minha avó Tara Ben, por tudo o que me ensinou e por toda a sua dedicação.

Ao Engenheiro Aníbal Nvunga e ao Geógrafo José Bonde, da Administração Nacional de Estradas que muito contribuíram com a elaboração do modelo, por terem facultado e partilhado a rede de Moçambique.

Ao Engenheiro Rudolph Engelbrecht, da *Esri – South Africa, Gims*, por ter partilhado algumas informações e conhecimentos.

Um agradecimento especial às minhas grandes amigas Yara Silvestre e Vânia Queiroz pela amizade, carinho e apoio incansável que me deram durante estes anos todos.

Às colegas da minha turma: Eunice Silva, Mafalda Duarte e Inês Soares, pelos dias de convivência, amizade e trabalho árduo.

Ao meu grande grupo de amigos, que criei no Instituto Superior de Engenharia de Lisboa que, também contribuíram para a minha formação pessoal e profissional.

Aos professores da Secção de Transportes, em especial às professoras Maria João Fontes, Cármen Carvalheira e Ana Galelo, pelos conhecimentos passados e pelos debates realizados, que contribuíram para a finalização deste trabalho.

O meu profundo e sentido agradecimento a todos os que desempenharam um papel determinante na concretização deste trabalho. Muito Obrigada !!

ÍNDICE

ÍNDICE.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
ÍNDICE DE QUADROS	XV
ABREVIATURAS.....	XVII
1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 ENQUADRAMENTO	1
1.2 DEFINIÇÃO DE ACESSIBILIDADE	2
1.2.1 OUTRAS DEFINIÇÕES	3
1.3 OBJECTIVOS	4
1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	5
2 METODOLOGIAS DE MEDIÇÃO DA ACESSIBILIDADE REGIONAL	7
2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DO CONCEITO	7
2.2 EVOLUÇÃO DAS METODOLOGIAS UTILIZADAS NA ANÁLISE DA ACESSIBILIDADE.....	11
2.2.1 BREVE DEFINIÇÃO DE SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA - SIG	13
2.2.2 METODOLOGIAS PARA ANÁLISE.....	14
2.3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
2.3.1 IDENTIFICAÇÃO DOS INDICADORES RELEVANTES.....	17
2.4 INDICADORES PROPOSTOS.....	25
2.4.1 INDICADOR DE SINUOSIDADE.....	25
2.4.2 VELOCIDADE EQUIVALENTE RECTA	26
2.4.3 INDICADOR DE QUANTIFICAÇÃO DA ACESSIBILIDADE REGIONAL ECONÓMICA	27
2.4.4 INDICADORES AGREGADOS OBTIDOS A PARTIR DA DISTRIBUIÇÃO DE VARIÁVEIS SOCIOECONÓMICAS E GEOPROCESSAMENTO EM SIG.....	30
2.4.5 INDICADOR GLOBAL AGREGADO (IGA)	35
2.5 SÚMULA DO CAPÍTULO	37
3 CARACTERIZAÇÃO DA REDE RODOVIÁRIA MOÇAMBICANA	39
3.1 ENQUADRAMENTO	39
3.1.1 DIVISÃO ADMINISTRATIVA DE MOÇAMBIQUE	39
3.1.2 BREVE CARACTERIZAÇÃO DO SECTOR DE TRANSPORTES EM MOÇAMBIQUE.....	42
3.2 CARACTERIZAÇÃO DO SECTOR RODOVIÁRIO	50
3.2.1 CLASSIFICAÇÃO DAS ESTRADAS	50
3.2.2 TIPOLOGIAS DO TRANSPORTE RODOVIÁRIO.....	51

3.3	CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÓMICA E SOCIODEMOGRÁFICA	53
3.4	PERSPECTIVAS FUTURAS PARA O SECTOR DOS TRANSPORTES	57
3.5	SÚMULA DO CAPÍTULO	59
4	CONSTRUÇÃO DO MODELO DA REDE RODOVIÁRIA	61
4.1	INTRODUÇÃO	61
4.2	RECOLHA DE DADOS - INVENTÁRIOS.....	61
4.3	TOPOLOGIA	64
4.4	CORRECÇÃO DE ARCOS.....	70
4.4.1	CORRECÇÃO DO PERCURSO DAS ESTRADAS	75
4.5	CALIBRAÇÃO FINA DA VELOCIDADE	77
4.6	SÚMULA DO CAPÍTULO	80
5	CÁLCULO DE INDICADORES DE ACESSIBILIDADE GENÉRICOS	83
5.1	INDICADOR DE SINUOSIDADE (IS)	84
5.2	VELOCIDADE EQUIVALENTE RECTA (VER)	87
5.2.1	VER MÉDIO.....	87
5.2.2	VER MÁXIMO	88
5.3	INDICADORES DE ACESSIBILIDADE DEMOGRÁFICA BASEADOS NAS CAPITALS DE PROVÍNCIA.....	89
5.3.1	DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE POPULACIONAL DE CADA DISTRITO:	90
5.3.2	CÁLCULO, A PARTIR DAS CAPITALS DE PROVÍNCIA, DAS ISÓCRONAS E RESPECTIVAS COROAS DE ACESSIBILIDADE	91
5.3.3	INTERSECÇÃO ENTRE OS DISTRITOS E AS COROAS DE ACESSIBILIDADE CORRESPONDENTES ÀS ISÓCRONAS	92
5.3.4	DISTRIBUIÇÃO DA POPULAÇÃO PELAS COROAS DE ACESSIBILIDADE.....	92
5.3.5	PADRÕES DE DISTRIBUIÇÃO DE POPULAÇÃO.....	94
5.3.6	TEMPO MÉDIO PONDERADO PELA DISTRIBUIÇÃO DA POPULAÇÃO	99
5.3.7	INDICADOR AGREGADO	100
5.3.8	INDICADOR DE GUTIERREZ E URBANO	103
5.3.9	COMPARAÇÃO ENTRE O INDICADOR DE GUTIERREZ E URBANO E O TEMPO MÉDIO PONDERADO OBTIDO COM RECURSO A GEOPROCESSAMENTO SIG	104
5.4	INDICADORES DE ACESSIBILIDADE ECONÓMICA BASEADOS NAS CAPITALS DE PROVÍNCIA.....	107
5.4.1	DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE DE PIB DE CADA PROVÍNCIA.....	108
5.4.2	CÁLCULO, A PARTIR DAS CAPITALS DE PROVÍNCIA, DAS ISÓCRONAS E RESPECTIVAS COROAS DE ACESSIBILIDADE	109
5.4.3	INTERSECÇÃO ENTRE AS PROVÍNCIAS E AS COROAS DE ACESSIBILIDADE CORRESPONDENTES ÀS ISÓCRONAS.....	109

5.4.4	DISTRIBUIÇÃO DO PIB PELAS COROAS DE ACESSIBILIDADE	110
5.4.5	PADRÕES DE DISTRIBUIÇÃO DO PIB	112
5.4.6	TEMPO MÉDIO PONDERADO PELA DISTRIBUIÇÃO DO PIB.....	117
5.4.7	INDICADOR AGREGADO	118
5.4.8	INDICADOR DE GUTIERREZ E URBANO RELATIVO AO PIB	121
5.4.9	COMPARAÇÃO ENTRE O INDICADOR DE GUTIERREZ E URBANO E O TEMPO MÉDIO PONDERADO RELATIVO AO PIB, OBTIDO COM RECURSO A GEOPROCESSAMENTO SIG	123
5.5	SÚMULA DO CAPÍTULO	126
6	CONCLUSÕES.....	129
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	133
	ANEXO I – BREVE DEFINIÇÃO SOBRE TOPOLOGIA	139
	CONCEITO DE CONNECTIVITY	139
	CONCEITO DE AREA DEFINITION	141
	CONCEITO DE CONTIGUITY.....	142
	CRIAÇÃO DA TOPOLOGIA.....	143
	ANEXO II – TABELAS – CALIBRAÇÃO DAS VELOCIDADES	147
	ANEXO III – INDICADORES DE ACESSIBILIDADE DEMOGRÁFICA	151
	ANEXO IV – INDICADORES DE ACESSIBILIDADE ECONÓMICA	169

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Relação entre as diferentes componentes da Acessibilidade (fonte: adaptação de Geurs et al, 2004).....	8
Figura 2 - Componentes da Acessibilidade (fonte: adaptação de Farias, 2010).....	11
Figura 3 – Indicador de Sinuosidade.....	26
Figura 4 – Aplicação do Indicador de Quantificação da Acessibilidade Regional Económica.....	28
Figura 5 - Viga apoiada com Forças Aplicadas.....	30
Figura 6 – Aplicação do Indicador de Tempo Médio Ponderado na Localidade A.....	31
Figura 7 – Exemplo de distribuição da população pelas “coroas” de acessibilidade consideradas, Localidade A.....	32
Figura 8 – Tempo Médio Ponderado para a Localidade A.....	32
Figura 9 - Exemplo de distribuição da população pelas “coroas” de acessibilidade consideradas, Localidade B.....	33
Figura 10 – Tempo Médio Ponderado para a Localidade B.....	34
Figura 11 - Exemplo de distribuição da população pelas “coroas” de acessibilidade consideradas, Localidade B.....	34
Figura 12 – Tempo Médio Ponderado para a Localidade C.....	35
Figura 13 - Divisão Administrativa de Moçambique (Províncias e Capitais), (fonte:Portal do Governos de Moçambique, 2008).....	40
Figura 14 – Hipsometria e Hidrografia de Moçambique. (fonte: MINED, 1986).....	42
Figura 15 – Localização dos Aeroportos e Aeródromos de Moçambique.....	48
Figura 16 – Táxi colectivo ou “Chapa”.....	52
Figura 17 – Rede Rodoviária de Moçambique (fonte: CENACARTA, 1997 – 1999).....	62
Figura 18 – Rede Rodoviária de Moçambique (Fonte: ANE, 2007 – 2011).....	63
Figura 19 – Regra Topológica <i>must not have dangles</i> (fonte: Arc Gis 10, Desktop Help).....	65
Figura 20 – Regra Topológica <i>must not have pseudos</i> (fonte: Arc Gis 10, Desktop Help).....	66
Figura 21 Regra topológica <i>must not overlap</i> (fonte: Arc Gis 10, Desktop Help).....	66
Figura 22 – Erros de topologia nos dados originais da ANE.....	67
Figura 23 – Exemplo de sobreposição entre arcos.....	67
Figura 24 – Exemplo de arcos sem ligação estabelecida.....	68
Figura 25 – Exemplos de Arcos Isolados.....	68
Figura 26 - Correção da sobreposição entre arcos.....	69
Figura 27 – Correção do entrecruzamento de arcos.....	69
Figura 28 – Estrutura final do inventário dos arcos com a topologia corrigida.....	70
Figura 29 – Rede Rodoviária de Moçambique, (fonte: visualização de dados da autora em Google Earth, 2011).....	71
Figura 30 – Percursos importados a partir do Google Earth, para verificações do inventário de arcos da ANE.....	72
Figura 31 – Sobreposição entre os arcos ANE corrigidos e os percursos na rede Google Earth.....	73
Figura 32 – Discrepâncias nos percursos das Estradas Primárias.....	74
Figura 33 – Discrepâncias nos percursos das Estradas Secundárias.....	74
Figura 34 – Discrepâncias nos percursos das Estradas Terciárias.....	75
Figura 35 – Ferramenta Editor.....	75

Figura 36 – Exemplo de edição do percurso de um arco.....	76
Figura 37 – Correção da Estrada Primária N1 – Maputo - Pemba	76
Figura 38 – Aspecto final da Estrada Primária N1, após a correção do seu percurso	77
Figura 39 – Características da Estrada Primária N1	78
Figura 40 – Características da Estrada Principal N104.....	78
Figura 41 – Rede Rodoviária de Moçambique.....	83
Figura 42 – Matriz das distâncias em linha recta, entre Capitais de Província.....	85
Figura 43 – Matriz do Indicador de Sinuosidade, entre Capitais de Província	85
Figura 44 – Indicador de Sinuosidade Médio.....	86
Figura 45 – Matriz do <i>Tempo de Viagem</i> , entre Capitais de Província	87
Figura 46 – Matriz VER, entre Capitais de Província.....	87
Figura 47 – VER _{médio} entre as Capitais de Província.....	88
Figura 48 – VER _{máximo} entre Capitais de Província.....	88
Figura 49 – Modelo da rede rodoviária, províncias e distritos de Moçambique em formato SIG (fonte: <i>autora e ANE</i>)	89
Figura 50 – Tabela de atributos da <i>feature classe</i> Distritos - cálculo da densidade populacional.....	90
Figura 51 – Criação dos polígonos correspondentes às isócronas definidas a partir das capitais das províncias	91
Figura 52 – Intersecção entre as coroas de acessibilidade e os distritos.....	92
Figura 53 – Gráfico de distribuição da acessibilidade demográfica, a partir da Matola	94
Figura 54 - Distribuição da população concentrada na primeira coroa (1 hora de viagem)	95
Figura 55 – Distribuição da população concentrada nas coroas entre as 6 a as 16 horas (áreas verdes).....	96
Figura 56 – Gráficos de distribuição da acessibilidade demográfica para as capitais de província do Padrão II	97
Figura 57- Distribuição da população acessível no grupo de capitais de província do padrão III (áreas a azul)	98
Figura 58 – Tempo Médio Ponderado pela distribuição da população – província de Maputo	99
Figura 59 – Tempo Médio Ponderado para as dez províncias.....	100
Figura 60 – Comparação entre os IAG's das províncias e o valor médio.....	101
Figura 61 - Comparação entre os Indicadores Agregados (percentagem).....	102
Figura 62 – Oscilação do Indicador Agregado.....	102
Figura 63 – Matriz dos Tempos de Percurso, em minutos, entre as capitais de Província	103
Figura 64 – Cálculo para determinar o Indicador de Gutierrez e Urbano para a província de Maputo	104
Figura 65 – Indicador de Gutierrez e Urbano das dez províncias (tempo médio ponderado, em minutos).....	104
Figura 66 – Matriz dos Tempos de Percurso, em minutos, entre as capitais de Província, com limitação do tempo de viagem até 960 minutos	105
Figura 67 – Cálculo para determinar o Indicador de Gutierrez e Urbano para a província de Maputo, com limitação do tempo de viagem até 960 minutos.....	105
Figura 68 – Gráfico do Indicador de Gutierrez e Urbano, com limitação do tempo de viagem até 960 minutos	106
Figura 69 – Analogia entre Indicador de Gutierrez e Tempo Médio Ponderado.....	106

Figura 70 – Produto Interno Bruto de Moçambique por Regiões.....	107
Figura 71 – Tabela de atributos da <i>feature classe</i> Provincias - cálculo da densidade do PIB.....	108
Figura 72 – Criação dos polígonos correspondentes às isócronas para a densidade do PIB, definidas a partir das capitais das províncias	109
Figura 73 – Intersecção entre as coroas de acessibilidade e as províncias.	110
Figura 74 – Gráfico de distribuição da acessibilidade económica com base no PIB, a partir da Matola, Província de Maputo.	111
Figura 75 – Distribuição do PIB concentrado nas coroas entre as 8 a 16 horas (área azul)	112
Figura 76 – Gráficos de distribuição da acessibilidade ao PIB – padrão I	113
Figura 77 – Distribuição do PIB concentrado nas coroas entre as 4 e as 16 horas (área azul).....	114
Figura 78 – Gráficos de distribuição da acessibilidade ao PIB – padrão II	114
Figura 79 – Distribuição do PIB semi-homogénea a dispersa (área azul)	115
Figura 80 - Gráficos de distribuição da acessibilidade ao PIB – padrão III	115
Figura 81 – Casos especiais de distribuição do PIB	116
Figura 82 - Gráficos de distribuição da acessibilidade ao PIB – padrão IV.....	116
Figura 83 – Tempo Médio Ponderado pela distribuição do PIB – província de Maputo..	117
Figura 84 – Comparação entre os IAG_{PIB-S} das províncias e o valor médio.....	120
Figura 85 – Comparação entre Indicadores Agregados relativos ao PIB, em percentagem (%).....	120
Figura 86 – Oscilação do Indicador Agregado relativo ao PIB	121
Figura 87 – Matriz dos Tempos de Percurso, em minutos, entre as capitais de província	122
Figura 88 – Cálculo para determinar o Indicador de Gutierrez e Urbano para a acessibilidade económica para a província de Maputo	123
Figura 89 – Matriz dos Tempos de Percurso, em minutos, entre as capitais de província, com limitação do tempo de viagem até 960 minutos.....	124
Figura 90 – Cálculo para determinar o Indicador de Gutierrez e Urbano para a província de Maputo, com limitação do tempo de viagem até 960 minutos	124
Figura 91 – Gráfico do Indicador de Gutierrez e Urbano, com limitação do tempo de viagem até 960 minutos.....	125
Figura 92 – Comparação entre Indicador de Gutierrez e Urbano e Tempo Médio Ponderado relativo à distribuição do PIB	126
Figura 93 - Topologia Arco - Nó (fonte: <i>Arc – Gis Resource Center, 2010</i>).....	140
Figura 94 – Modelo da Rede Rodoviária de Moçambique, (fonte: <i>adaptado de ANE, 2011</i>)	140
Figura 95 – Topologia Arco - Polígono, (fonte: <i>Arc Gis Resource Center, 2010</i>).....	141
Figura 96 – Exemplo do conceito de <i>Contiguity</i> , (fonte: <i>Arc Gis Resource Center, 2010</i>)	142
Figura 97 – Zonas das cidades de Maputo e da Matola que partilham a mesma linha de fronteira.	143

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 - Exemplos de Indicadores de Acessibilidade	19
Quadro 2 - Províncias e respectivas capitais	40
Quadro 3 – Postos Fronteiriços de Moçambique	41
Quadro 4 - Outros Portos Marítimos e Fluviais	46
Quadro 5 - Rede de Estradas Classificadas de Moçambique	49
Quadro 6 – Densidade Populacional de Moçambique, Censos 2007	54
Quadro 7 – Indicadores do Turismo em Moçambique.....	56
Quadro 8 – Calibração da velocidade para as Estradas Primárias, com base nas condições e tipos de pavimentos	79
Quadro 9 – Velocidades calibradas para as Estradas Primárias.....	79
Quadro 10 – Distribuição da acessibilidade demográfica a partir da Matola, capital da província de Maputo	93
Quadro 11 – Indicador Agregado Global.....	100
Quadro 12 – População de cada província de Moçambique	103
Quadro 13 - Distribuição da acessibilidade económica com base no PIB, a partir da Matola, província de Maputo.....	111
Quadro 14 – Tempo Médio Ponderado pela Distribuição do PIB para as dez províncias	118
Quadro 15 – Indicador Agregado Global relativo ao PIB.....	118
Quadro 16 - PIB de cada província de Moçambique	122
Quadro 17 – Indicador de Gutierrez e Urbano (PIB) para as dez províncias.....	123

ABREVIATURAS

ADM, E.P. – Aeroportos de Moçambique, E.P.

ANE – Administração Nacional de Estradas

CENACARTA – Centro Nacional de Cartografia e Teledetecção

CFM – Portos e Caminhos de Ferro de Moçambique, E.P.

DETA - Direcção de Exploração de Transportes Aéreos

IS – Indicador de Sinuosidade

LAM – Linhas Aéreas de Moçambique

PIB – Produto Interno Bruto

PRISE – Programa Integrado do Sistema de Estradas

SADC – *South African Development Community* (Comunidade para o Desenvolvimento da África Austral)

SDCN - Sociedade de Desenvolvimento do Corredor de Nacala

SIG – Sistemas de Informação Geográfica

TAP – Transportes Aéreos Portugueses

VER – Velocidade Equivalente Recta

1 Introdução

1.1 Enquadramento

Na presente dissertação pretende-se desenvolver um tema que relacione a aprendizagem de um assunto com grande relevância na temática dos Transportes, a análise de acessibilidades com as actuais tecnologias de geoprocessamento através da utilização de ferramentas SIG de forma a permitir obter instrumentos de apoio à tomada de decisão no âmbito do planeamento rodoviário regional.

O enquadramento do tema escolhido para a dissertação formaliza-se a dois níveis. O primeiro diz respeito à temática em si: “Modelos de Análise de Acessibilidade Rodoviária em SIG” e o segundo materializa-se no objecto do seu desenvolvimento: “Aplicação ao caso de Moçambique”.

Visa-se assim desenvolver e aplicar ferramentas de cálculo de indicadores de acessibilidade que permitam melhorar a avaliação, e posteriormente, uma correcta tomada de decisão em relação a cenários alternativos de investimento e desenvolvimento rodoviário.

Por outro lado, o motivo pelo qual o objecto de aplicação prática é Moçambique, deve-se ao facto da autora ser natural de Moçambique, onde nasceu e viveu durante 18 anos.

Sendo Moçambique um país com grande potencial de desenvolvimento a nível socioeconómico, nos anos vindouros, necessita no entanto de garantir acessibilidades adequadas e com níveis de qualidade ajustado a esse desenvolvimento futuro. Assim, para além do interesse pessoal no desenvolvimento deste tema, pretende-se também elaborar um projecto inovador, que seja útil ao esforço futuro de Moçambique, contribuindo com a criação de um modelo em SIG para análise de acessibilidades e planeamento de transportes. Pretende-se também contribuir com algumas sugestões para a futura melhoria e sistematização da prática do planeamento rodoviário em Moçambique.

Ambiciona-se nomeadamente identificar através da análise de indicadores de acessibilidade as áreas geográficas nas quais as populações e a indústria, enfrentam potencialmente maiores dificuldades nas suas deslocações, o que possibilitará a identificação de políticas e medidas que reduzam eventuais desequilíbrios de acessibilidades existentes. Os modelos propostos permitirão também localizar e

identificar alguns troços de infra-estrutura em falta (*missing links*), considerados fundamentais para garantir níveis de acessibilidades mí-nimos importantes para promover a viabilidade do transporte regional e internacional de mercadorias e pessoas, de modo a potenciar o esperado desenvolvimento económico e social de Moçambique no Século XXI.

1.2 Definição de Acessibilidade

O conceito de Acessibilidade associado ao planeamento de transportes refere-se à facilidade em alcançar bens, serviços e destinos. Estas três componentes juntas estão relacionadas com o conceito de Oportunidade. Deste modo, a Acessibilidade também é vista como a facilidade em alcançar oportunidades. Pode ser definido, segundo Hansen (1959) e Engwicht (1993), como o potencial para a interacção e troca. Por exemplo, mercearias providenciam o acesso a alimentos. Bibliotecas e a Internet disponibilizam o acesso à informação. Caminhos, estradas e aeroportos dão acesso a destinos, e conseqüentemente, às actividades (também consideradas como oportunidades).

A Acessibilidade pode ser definida em termos de:

- Potencial – oportunidades que podem ser alcançadas,
- Actividades – oportunidades que são atingidas.

O acesso às actividades é o objectivo primordial das actividades de transportes. Por outras palavras, pode dizer-se que os Transportes são uma Procura Derivada ou Secundária, constituindo-se as oportunidades e as actividades a real Procura Principal. No entanto existem situações de excepção no caso de viagens (muitas vezes de curta duração) na qual a mobilidade é o principal objectivo. Por outras palavras, quando realizamos passeios de lazer, ou até mesmo uma corrida, o único e grande objectivo intrínseco a estas actividades é a mobilidade como forma de lazer. Até as viagens recreativas possuem um destino, como por exemplo um *resort* ou acampamento.

As acessibilidades são analisadas frequentemente, mas segundo perspectivas muito específicas e limitadas:

- Os planeadores de transporte, geralmente, evidenciam mais a vertente mobilidade, principalmente no transporte individual, uma vez que consideram fixas as localizações das actividades;
- Os planeadores de uso dos solos, focalizam a acessibilidade geográfica (distância física entre actividades), esquecendo por vezes as questões relacionadas com a mobilidade;

- Os especialistas em comunicação concentram-se na qualidade da telecomunicação, como por exemplo, verificar a quantidade de habitações que têm acesso à televisão por cabo, telefone, e serviços de Internet;
- Planeadores dos serviços sociais desenvolvem opções de acessibilidade para grupos sociais específicos (por exemplo pessoas com mobilidade reduzida, que tenham dificuldade em alcançar clínicas médicas e centros de recreação).

1.2.1 Outras Definições

Segundo Litman (2011) as palavras acessibilidade e acesso podem ter vários significados e pressuposições.

No caso dos sistemas de transportes, a acessibilidade, no geral, é entendida como o acesso físico fácil a bens, serviços e destinos.

Para a engenharia rodoviária, o acesso é traduzido como a ligação às propriedades adjacentes. As estradas com acesso limitado (vias rápidas e auto-estradas) implicam poucas ligações às parcelas e edifícios adjacentes, por outro lado as estradas locais fornecem um acesso directo às propriedades adjacentes.

No caso do planeamento das infra-estruturas pedonais, a acessibilidade refere-se à facilidade em projectar serviços que sejam direccionados para os utilizadores com mobilidade reduzida, nomeadamente na garantia da eliminação de barreiras às pessoas com limitações físicas.

No planeamento social, a acessibilidade é a capacidade que as pessoas têm em utilizar e usufruir dos serviços e oportunidades que estão à sua disposição Litman (2011).

O modo como um determinado sistema de transporte é avaliado afecta significativamente as decisões relativas à sua gestão e ao planeamento operacional e estratégico. Por exemplo, se o sistema rodoviário for avaliado com base nas condições do veículo de viagem (velocidade de tráfego, rodovia, classificações dos níveis de serviço, estado da rodovia, atrasos de congestionamento), a única maneira de melhorar a qualidade do sistema em causa é melhorar as estradas. Se o sistema de transporte é avaliado com base na mobilidade (circulação de pessoas e bens), então é importante ter em conta as melhorias no âmbito dos serviços de transporte público e outros sistemas associados, devendo ser tidas em atenção as cadeias de viagem dos utilizadores em vez da *performance* ou desempenho dos subsistemas específicos. Por último, se o sistema de

transporte é analisado com base na acessibilidade (capacidade das pessoas em alcançar os bens, serviços e actividades desejadas) para além da análise e melhorias da mobilidade rodoviária e dos transportes em geral (como as condições de circulação pedonal, modos leves, etc.), devem ser equacionadas as questões relacionadas com os padrões de usos de solo, que podem ser optimizados de modo a reduzir as distâncias de viagem. Podem também ser estudados outros tipos de serviços, como a organização da entrega de mercadorias (por exemplo, a logística urbana) e o teletrabalho de modo a substituir certas deslocações e a eliminar certas barreiras de acessibilidade.

1.3 Objectivos

O principal objectivo desta dissertação é o desenvolvimento de um modelo rodoviário que permita efectuar a quantificação e a análise das acessibilidades rodoviárias regionais de Moçambique, utilizando técnicas de análise de redes de transportes e de geoprocessamento, desenvolvidas com base num Sistema de Informação Geográfica (SIG). Deste modo, pretende-se dar também um contributo para o estudo das acessibilidades rodoviárias em Moçambique, disponibilizando um modelo que funcione futuramente como uma ferramenta que permita analisar, diagnosticar e propor cenários de intervenção na Rede Rodoviária Nacional de Moçambique, de forma a contribuir para o estudo da melhoria das acessibilidades no país.

A análise da acessibilidade terá por base a construção de um Modelo de Acessibilidades em Sistema de Informação Geográfica (SIG), utilizando uma ferramenta comercial SIG. Além da construção da rede rodoviária em si, o modelo incluirá diferentes níveis de informação base, nomeadamente demográfica e socioeconómica. Serão construídas duas bases de dados. Uma correspondente à Rede Rodoviária Nacional de Moçambique, que deve incluir toda a informação necessária à análise de acessibilidade e deve conter uma topologia de rede. A segunda base de dados deve conter toda a informação demográfica e socioeconómica necessária às subsequentes análises de acessibilidade a efectuar.

Pretende-se através do aprofundamento do estudo do tema proposto, criar condições para, mediante objectivos específicos a definir no futuro (por exemplo, objectivos políticos estratégicos, ao nível do planeamento estratégico Moçambicano) identificar lacunas e propostas de solução para as situações críticas que venham a ser identificadas. Essas soluções tanto poderão ser a identificação de *missing links*, como a proposta de

relocalização de instalações ou actividades (por exemplo, relacionadas com a localização do parque escolar, ou centros de saúde) de modo a melhorar a acessibilidade regional e auxiliar ao cumprimento dos objectivos estratégicos definidos.

Serão também abordados e estudados conceitos teóricos relacionados com o cálculo de Indicadores de Acessibilidade, bem como outros indicadores relacionados com a acessibilidade no âmbito dos transportes.

1.4 Estrutura da Dissertação

De forma a cumprir o objectivo deste estudo é necessário compreender as relações entre a Acessibilidade Rodoviária e a Rede Rodoviária de Moçambique, em termos de dimensão e de desenvolvimento socioeconómico que o país enfrenta de momento. Neste sentido é necessário aprofundar o conhecimento das várias matérias individualmente, para depois ser possível abordar a relação entre elas. Como a dissertação procura responder a dois grandes grupos de objectivos, a mesma encontra-se organizada em duas partes. A primeira traduz o enquadramento teórico e conceptual da teoria da Acessibilidade, e a segunda parte aborda a análise de estudo efectuada para a Rede Rodoviária de Moçambique.

A Dissertação é composta por seis capítulos, efectuando-se no presente capítulo a apresentação sumária e o enquadramento do trabalho, bem como a definição dos objectivos principais e da estrutura da dissertação.

O segundo capítulo analisa várias metodologias de medição das acessibilidades regionais, e neste será apresentado um pequeno enquadramento histórico. Será também efectuada a revisão bibliográfica relacionada com o tema da análise das acessibilidades. Ainda no mesmo capítulo será abordada a Proposta da Classificação Adoptada e a Identificação dos Indicadores Relevantes para a Análise da Acessibilidade. No fundo a Proposta consiste em, definir quais os Indicadores de Acessibilidade utilizados para elaboração da Análise de Acessibilidade para o modelo criado. Uma vez que, na revisão bibliográfica serão retratados exemplos de alguns Indicadores, é importante esclarecer quais os seleccionados e os mais relevantes de modo a contribuir de forma positiva para a elaboração da análise. Por outras palavras, são indicadores considerados importantes para as análises efectuadas no âmbito do estudo de caso apresentado

Como forma de compreender e conhecer melhor Moçambique, no terceiro capítulo faz-se a caracterização da Rede Rodoviária Moçambicana, bem como a caracterização sociodemográfica e socioeconómica do País.

No quarto capítulo apresenta – se a Construção do Modelo da Rede Rodoviária, que passou por várias fases desde a construção e correcção dos arcos que originam os modelos de rede, até à aplicação de regras de Topologia. Fazem parte deste capítulo ainda a recolha de dados e a calibração da velocidade, com o objectivo de obter uma rede em condições de proceder as análises de acessibilidade.

Apresentados os conceitos teóricos, é importante proceder à sua aplicação através de Estudo de Caso para Moçambique. Ou seja, no quinto capítulo será desenvolvida a parte prática desta dissertação. Sendo assim, transpõe-se o Cálculo de Indicadores de Acessibilidade genéricos como por exemplo: o Indicador de Sinuosidade, a Velocidade Equivalente Recta, Indicadores de Acessibilidade Demográfica e Económica baseados nas capitais de Província, e entre outros.

Por último no sexto capítulo apresentam-se as conclusões e definem-se as perspectivas futuras.

2 Metodologias de Medição da Acessibilidade Regional

2.1 Revisão bibliográfica do conceito

Acessibilidade, do latim *Accessibilitas*, significa qualidade de ser acessível, facilidade na aproximação ou na obtenção. É um parâmetro muito importante para o planeamento urbano e regional, pois é um instrumento que permite identificar áreas com desigualdades na oferta de infra-estruturas básicas (Goto, 2000) e está directamente relacionado com a qualidade de vida dos cidadãos (Vasconcellos, 2000).

O conceito de acessibilidade refere-se à facilidade que uma determinada área (província, distrito ou freguesia) possui para alcançar os bens e serviços desejados. Existem vários indicadores na literatura para medir a acessibilidade, que variam na sua expressão conforme as diferentes definições que existem para este conceito. Os estudos de acessibilidade são utilizados para caracterizar o grau de proximidade dos territórios em relação às oportunidades existentes, bem como para analisar os impactes e as mudanças provenientes da construção de novas infra-estruturas na acessibilidade dos territórios.

Segundo Handy (1992, in Raia Jr., 2000), o conceito de acessibilidade tem sido largamente aplicado na literatura como uma das melhores medidas de qualidade de serviços de transportes. Hanson (1995) afirma que “a acessibilidade deveria ser o tópico central de uma medida de qualidade de vida”.

A acessibilidade é cada vez mais conhecida como um elemento-chave para a obtenção de um sistema de transporte eficiente, sustentável e de alta qualidade (Martin Cullen, 2006).

Rodrigue, (2006) define acessibilidade como a capacidade de alcançar um determinado local. Este realça ainda que a organização e a capacidade de uma infra-estrutura são os elementos primordiais para a determinação da acessibilidade.

Geurs e Wee (2004) desenvolvem a Acessibilidade, no seu trabalho, como um indicador do impacto do desenvolvimento e das políticas relativas ao uso do solo e transporte, originando a oportunidade de participar em muitas actividades, situadas em diferentes locais. Segundo estes autores, existem quatro elementos que afectam a acessibilidade:

- Uso dos Solos;

- Sistema de Transportes;
- Factor Tempo;
- Factor Social (Utilizador)

Na seguinte figura apresentam – se as relações entre as quatro componentes da acessibilidade.

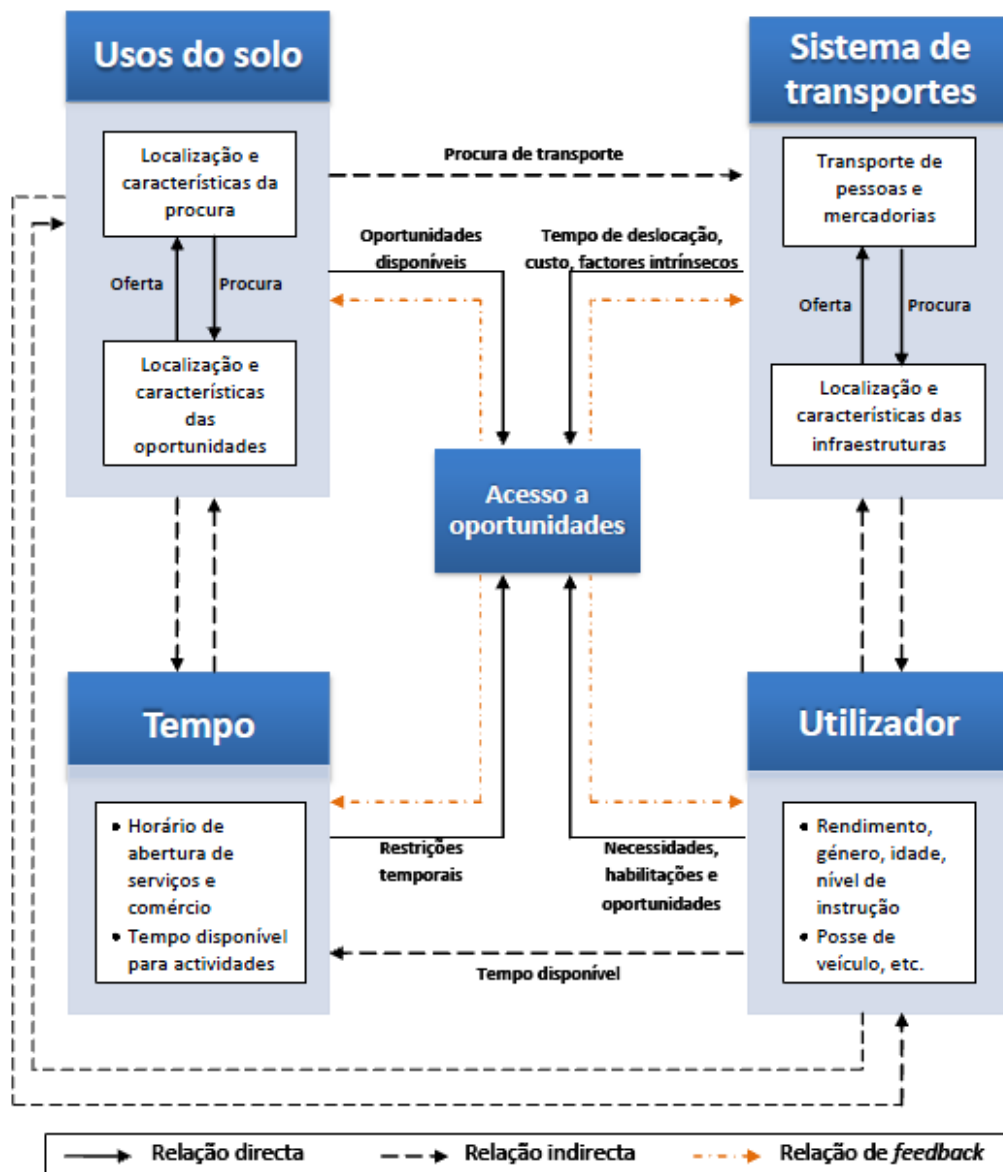


Figura 1 – Relação entre as diferentes componentes da Acessibilidade (fonte: adaptação de Geurs et al, 2004)

A partir desta figura pode-se concluir que a componente do uso dos solo se relaciona com três factores distintos: a quantidade, a qualidade e distribuição espacial de oportunidades (empregos, comércio, equipamentos de saúde e lazer). A procura destas

oportunidades na localização de origem (onde os *stakeholders* residem) e a dicotomia que existe entre a oferta e a procura de oportunidades, podem resultar numa competição entre actividades com capacidade restrita (empregos, escolas, equipamentos de saúde).

A componente do sistema de transportes transmite a dificuldade que um indivíduo tem em ultrapassar a distância entre uma origem e um destino utilizando um determinado modo de transporte. Compreende o tempo total que a deslocação envolve (tempo de espera, de viagem e de estacionamento), os seus custos (fixos e variáveis), e outros factores intrínsecos tais como: a fiabilidade, o conforto, os riscos de acidentes e entre outros.

O tempo é uma componente que incide fundamentalmente sobre as restrições temporais, ou seja, a disponibilidade das oportunidades a diferentes horas do dia (horário de funcionamento) e ainda o tempo disponível dos utilizadores para participar em determinadas actividades (trabalho, lazer).

Por último, a componente social reflecte as necessidades e oportunidades (dependendo da idade, rendimento, nível de instrução) e as capacidades de deslocação (dependendo das condições físicas e da disponibilidade de modos de transporte) dos utilizadores. Todas estas características influenciam a acessibilidade aos modos de transporte e às actividades geograficamente dispersas.

Segundo Raia, (2000), a acessibilidade não está relacionada com o comportamento do indivíduo, mas com a oportunidade ou potencial de participação nas actividades, os quais dependem do sistema de transportes e do ordenamento do território, compreendendo deste modo, quatro componentes que Vandenbulcke et al. (2009) defende:

- Transportes - possibilidade de deslocação;
- Componente espacial ou ordenamento do território (localização das actividades, qualidade, densidade, utilidade e características das actividades encontradas em cada destino);
- Componente temporal (tempo da deslocação e tempo de participação nas actividades);
- Componente intrínseca ao indivíduo (baseado nas necessidades, capacidades e oportunidades de cada indivíduo).

Este último factor traduz um outro significado para acessibilidade que sucede da perspectiva de Galán et al. (2002): “a existência de mais infra-estruturas de transporte não implica necessariamente mais acessibilidade”. Ou seja, a facilidade de atingir um determinado destino aumenta quando a distância a percorrer pelos indivíduos for menor,

(que por sua vez depende das características das infra-estruturas e da organização da malha viária) e quando o acesso aos transportes públicos for mais democrático e mais qualificados forem os modos suaves. Assim sendo, qualquer indivíduo que tenha necessidade de se deslocar para um determinado local terá condições mais favoráveis de deslocação, mesmo que esta não ocorra. Caso ocorra, significa que tem mobilidade. É esta relação que origina, por vezes, interpretações ambíguas destes dois conceitos.

Segundo Alves e Júnior (s.d.), a acessibilidade pode ser entendida como o “esforço que as pessoas fazem para transpor uma separação espacial com o objectivo de exercerem as suas actividades quotidianas”. Já o conceito de mobilidade segundo Guiliano et al., (2003) está relacionado com o acto do movimento, atributo associado às pessoas e bens e que relaciona as necessidades de deslocação com as particularidades de cada território, serviços, equipamentos e oportunidades, fazendo-se uso de um conjunto de informação que possa otimizar as deslocações com acesso a bens comuns. Servem, conjuntamente, estas deslocações para satisfazer necessidades físicas, institucionais e económicas, obrigações e preferências dos indivíduos e das empresas (Bastos Silva e Silva, 2008a; Hanson, 2004), manifestando uma grande dependência dos meios tecnológicos e do modelo de organização territorial, cultural e do sistema de transportes.

Os estudos relativos à acessibilidade são bastante variados e possuem diferentes direcções, de acordo com os objectivos possíveis em cada situação, no entanto, todos eles visam quantificar ou medir as facilidades e as dificuldades.

Resumindo, o conceito de acessibilidade é geralmente definido como uma medida de proximidade entre actividades humanas, facilitando o alcance destas a partir de um determinado local e utilizando um determinado tipo de transporte. Permite explicar as inter-relações entre as actividades humanas, o meio e o sistema de transportes. Para além de estar relacionada com a proximidade, a acessibilidade também pode ser promovida pela mobilidade e pela “conectividade”. Na medida em que a proximidade entre actividades humanas, só é possível se existir o acesso à mobilidade e também pela correcta definição da malha viária que consiga estabelecer e garantir uma óptima “conectividade” entre diversas localidades.

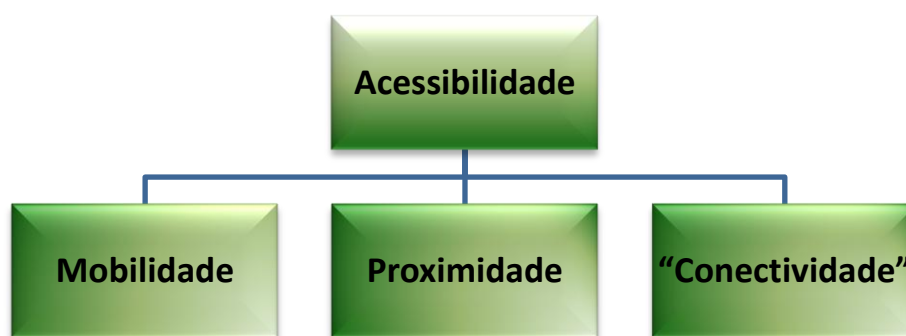


Figura 2 - Componentes da Acessibilidade (fonte: adaptação de Farias, 2010)

2.2 Evolução das metodologias utilizadas na análise da Acessibilidade

A Acessibilidade é, hoje em dia, considerada como uma variável fundamental, pelos planeadores e outros especialistas, para o desenvolvimento territorial e planeamento de uma determinada localidade. Esta situação deve-se ao facto de haver uma preocupação por parte dos promotores das políticas de desenvolvimento e planeamento, com a equidade e com a melhor distribuição de pessoas e actividades no território. Do mesmo modo, é perceptível que não se pode promover o desenvolvimento independentemente das diferentes especificações territoriais que formam o mosaico de uma determinada nação ou região. Portanto, não se pode fomentar o desenvolvimento de um território em geral, sem o conhecimento de cada pequeno território e a relação entre eles. Deste modo, é claramente notável que a Acessibilidade, independentemente da forma como é medida: em tempo, custo ou distância, é a variável mais importante que se deve ter em conta no início da etapa do planeamento (Dahlgren, 2008).

Segundo (Dahlgren, 2008), antes da década dos 60, os métodos utilizados para analisar a acessibilidade eram pouco eficientes e muito morosos. Podendo mesmo demorar muitos dias para obter os resultados e a efectuar as análises pretendidas. Estes métodos tradicionais, baseavam-se em matrizes origem/destino de uma determinada localidade e em mapas cartográficos.

A análise das acessibilidades, bem como o planeamento de transportes, são por natureza, interdisciplinares ou seja requerem o envolvimento de um conjunto de conhecimentos relacionados com as áreas de engenharia, economia, urbanismo e

geografia. Assim sendo, cada uma destas disciplinas desenvolve metodologias para lidar com os seus respectivos problemas e desafios. O conceito de Acessibilidade é fortemente dependente de dados empíricos e do uso intensivo de técnicas de análise de dados, que vão desde medidas simples descritivas, à construção de modelos complexos. Para além disto, segundo Rodrigue, (2006), o planeamento de transportes e consequentemente a Acessibilidade foram importantes para ajudar a redefinir as teorias do planeamento e geografia de transportes, nos anos 60, baseando-se na estatística inferencial, em modelos abstractos e outras novas teorias, impulsionando assim a revolução quantitativa. Embora esta perspectiva implicasse um maior rigor na análise, também originou uma quebra na ligação entre as abordagens muito teóricas e as empíricas. Mesmo que o estudo de planeamento e das acessibilidades nos tempos de hoje, tenham uma abordagem muito diversificada, a dimensão quantitativa ainda desempenha um papel importante na disciplina.

Deste modo, a Acessibilidade para além de fornecer uma base consistente para a análise de movimentos de pessoas, mercadorias e trocas de informações também pode ser considerada mais do que uma disciplina aplicada. O principal objectivo das novas metodologias aplicadas para o estudo da acessibilidade, é melhorar a eficiência dos movimentos e da localização dos serviços, bem como o uso dos solos, identificando as limitações espaciais. Identificar estratégias e políticas relevantes sobre os resultados e possíveis consequências, também são outros objectivos das novas tecnologias.

A partir da década dos 60, para obter melhores resultados para a análise das acessibilidades, bem como para o planeamento de transportes sentiu-se a necessidade de aplicar o uso de novas ferramentas, ou seja, implementar o uso dos sistemas de informação apoiados em sistemas computacionais.

No entanto, o conceito de retratar camadas diferentes de dados numa série de mapas e depois tentar relacioná-los por sobreposição, é muito mais antigo que os computadores. De acordo com Dahlgren (2008), Mapas da batalha de *Yorktown*, da Revolução Americana, desenhados pelo cartógrafo francês Louis-Alexandre Berthier, mostravam movimentos de tropas através desse recurso. Em meados do século XIX, o "*Atlas to Accompany the Second Report of the Irish Railway Commissioners*" mostrava dados acerca de população, fluxo de tráfego, geologia e topografia sobrepostos no mesmo mapa básico - era já uma utilização empresarial e não militar do instrumento. Do mesmo modo, o Dr. John Snow segundo Dahlgren (2008), usou um mapa que mostrava as localizações dos casos de morte por cólera no centro de Londres em Setembro de 1854, conseguindo localizar um poço contaminado que iniciou um surto da doença, este foi um

dos primeiros casos de utilização de análise geográfica. Apesar desses exemplos remotos do uso de Sistemas de Informação Geográfica, o verdadeiro início dos SIG como hoje são concebidos, deu-se no início dos anos 60.

2.2.1 Breve definição de Sistema de Informação Geográfica - SIG

O termo Sistema de Informação designa um conjunto de processos, executados sobre dados, de modo a produzir informação adicional. Por outro lado, um conjunto de dados que faça (ou contenha) referências a localizações no espaço pode ser classificado como informação geográfica.

Segundo Cowen, (1991) um SIG é um sistema constituído por hardware, software e procedimentos. Construído para suportar a captura, gestão, manipulação, análise, modelação e visualização de informação referenciada no espaço, com o objectivo de resolver problemas complexos de planeamento e gestão que envolvam a execução de operações espaciais. Alguns autores definem SIG privilegiando determinadas características. Pode-se então distinguir três tipos diferentes de perspectivas:

- Visão baseada em mapas,
- Bases de Dados;
- Análise Espacial.

Segundo Maguire, (1991) os SIG's traduzem um sistema para processamento e visualização de mapas. A segunda perspectiva é enfatizada por Tomlin, (1991) que traduz a importância dos SIG's em terem subjacente uma base de dados potente. Frank, (1988), por sua vez caracteriza a terceira perspectiva que distingue a capacidade dos SIG's para efectuarem análise espacial, defendendo a existência de uma ciência da informação espacial, em alternativa à perspectiva tecnológica com que muitas vezes os SIG's são abordados.

Estas três perspectivas, para além de traduzirem conceitos distintos, reflectem essencialmente as diferentes aplicações dos SIG's nos diversos tipos de utilização que podem interessar às diversas classes de utilizadores. Frequentemente, um mesmo SIG pode e deve servir simultaneamente diferentes objectivos e vários tipos de utilizadores.

2.2.2 Metodologias para análise

Os métodos mais utilizados pelos planeadores e geógrafos, para a análise de Acessibilidade, podem ser identificados, segundo Rodrigue (2006), de vários modos:

- Sejam eles qualitativos ou quantitativos;
- Se lidam com as infra-estruturas, por exemplo, terminais ou fluxos;
- Se fornecem interpolação ou extrapolação;
- Se a(s) técnica(s) utilizada(s) fornece(m) uma explicação, descrição ou optimização.

Este autor também divide os métodos em dois grandes grupos, um que está directamente relacionado com o ramo dos transportes e outro que se baseia na multidisciplinaridade.

2.2.2.1 Grupo relacionado com os Transportes

O grupo de métodos e metodologias relacionado com os sistemas de transportes, para desenvolver a análise de acessibilidades é composto pelos seguintes módulos:

- **Network Analysis (Análise da Rede)** – permite a análise da rede de transportes com base na teoria dos grafos – deve ser utilizado para estudar a forma e a estrutura de uma determinada rede de transporte.
- **Estudo de uso dos solos com interacção nos transportes** - tem sido um campo desenvolvido pelos geógrafos e planeadores de transportes, para permitirem uma boa análise da Acessibilidade. Em consequência disto, foram desenvolvidos modelos numéricos que ao longo dos tempos se têm tornado cada vez mais complexos, recorrendo actualmente à simulação por agentes.
- **Modelos de fluxo e de localização de actividades** - Este tipo de modelo tem sido bastante interessante para os geógrafos que fazem planeamento de transporte, pois permite definir o limite de certas zonas e localidades, por exemplo: localização de um novo mercado ou definir as fronteiras de uma zona meramente destinada a urbanização.

2.2.2.2 Grupo de métodos baseados na multidisciplinaridade

Fazem parte deste grupo de métodos/metodologias todos aqueles procedimentos que não foram desenvolvidos especificamente para estudos de transporte, mas que são de fácil aplicação. Estes detêm o rótulo de multidisciplinar, pois podem ser aplicados a vários tipos de questões relacionados como planeamento de transportes e com as

acessibilidades. Existem métodos que são fundamentais para a geografia, mas não se restringem apenas ao estudo dos sistemas de transporte, tais como:

- **Cartografia** - exemplo mais óbvio de uma técnica geográfica. Na verdade, vários tipos de mapas são usados na análise dos sistemas de transporte e de apoio para a análise de acessibilidade, incluindo mapas de uso dos solos, representações de infra-estrutura de transportes, mapas de isolinhas ou isócronas dos custos de transporte, esquemas de padrões de actividade de transportes, entre outros. Esta metodologia era bastante utilizada nos primórdios de desenvolvimento do Planeamento de Transportes e análise das acessibilidades, e são anteriores aos sistemas informatizados. Podem-se considerar até como um 'método tradicional' para a medição da acessibilidade.
- **Sistemas de Informação Geográfica (SIG)** - são uma consequência da cartografia digital, cujo objectivo fundamental é fornecer um conjunto de ferramentas para armazenar, recuperar, analisar e exibir dados espaciais do mundo real. Esta tecnologia, tem sido muito aplicada no planeamento de transporte e noutras aplicações de engenharia. No entanto, recentemente os SIG são aplicados em pequenas análises ou problemas de logística que surgem no âmbito do melhoramento do planeamento operacional e, consequentemente, da acessibilidade. Por exemplo, para traçar os melhores percursos ou rotas para transportes colectivos, camiões de entrega de mercadorias, ou veículos prioritários.

Por outro lado, existem outras metodologias que são utilizadas não só na análise de transportes, como também noutras disciplinas. Ou seja, os analistas de sistemas de transportes não se restringem aos métodos que foram desenvolvidos apenas para os Transportes, conseguem aplicar tudo que seja relevante para a resolução de um determinado problema, ou para a optimização de uma dada solução. Na verdade muitos métodos que foram desenvolvidos, inicialmente para outras áreas, têm uma vasta aplicação para os estudos de transporte.

Alguns métodos, como entrevistas e inquéritos, são utilizados para obter dados primários, ao passo que outras informações obtidas são utilizadas para analisar dados. Os métodos analíticos podem ser simples, na interpretação de gráficos e tabelas. Por outro lado também podem ser complexos, na medida em que aplicam áreas das matemáticas como a estatística inferencial, análise de regressão, variância e entre outros.

Nos dias de hoje, cada vez mais, existe uma preocupação com os impactes e com as questões de política pública, durante a execução dos estudos e da avaliação dos

sistemas de transportes. Deste modo, os planeadores e peritos da área baseiam-se cada vez mais em informações e instrumentos quantitativos, mas também qualitativos, tais como declarações, políticas, regras e regulamentos. Por outro lado, os impactes a que uma determinada localidade pode estar sujeita (e que devem ser tidos em consideração nos estudos de planeamento de transportes), podem ser distribuídos pelas seguintes áreas:

- Económica – eficiência económica e desenvolvimento da comunidade (equidade);
- Social – acesso a serviços e actividades;
- Ambiental - poluição do ar, da água, ruído, etc.

Em consequência disto, é possível concluir que a avaliação do impacte ambiental, avaliação de risco e análise política são hoje em dia, muito importantes para o processo do planeamento de transportes.

2.3 Revisão Bibliográfica

Os Indicadores de Acessibilidade constituem um elemento de quantificação muito importante e também ajudam a redireccionar as políticas de transportes para ‘traçados’ mais consistentes com os objectivos nacionais e regionais, de modo a promover uma mais adequada equidade de oportunidades (WACHS & KUMAGAI, 1973).

São muitas as publicações que já apresentaram classificações interessantes de indicadores de acessibilidade (e.g. Morris et al., 1978; Raia Jr., 2000).

Estes Indicadores são um recurso de grande utilidade na medida em que permitem:

- Calcular a eficiência de uma rede de transportes, nomeadamente na eficácia em ultrapassar as dificuldades da distância física inerente ao espaço geográfico;
- Avaliar a verdadeira ocupação de uma rede de transportes numa determinada unidade territorial - *network density* ou densidade de rede – de modo a quantificar os efeitos directos e indirectos dos investimentos nas infra-estruturas de transportes, na evolução das acessibilidades e da sua expressão territorial.

Os Indicadores de Acessibilidade são ferramentas fundamentais no âmbito da temática de transportes, pois ajudam ao planeamento urbano e regional, bem como no planeamento rodoviário.

No planeamento urbano e regional, os Indicadores de Acessibilidade são utilizados para estudar cenários de reorganização de actividades ou seja reestruturar e planear

correctamente, por exemplo a localização de redes escolares, redes hospitalares e escoamento de produtos agrícolas. Deste modo, é possível concluir que os Indicadores de Acessibilidade no planeamento urbano e regional estão mais relacionados com a ocupação correcta dos solos, de modo a proporcionar uma boa acessibilidade aos utilizadores. Os Indicadores de Acessibilidade podem também ser úteis na criação de cenários conjugados de melhoramentos na rede rodoviária e de realocação de actividades.

Para o Planeamento Rodoviário os Indicadores de Acessibilidade permitem:

- Quantificar potenciais ganhos de acessibilidade entre alternativas planeadas;
- Comparar equidades actuais e futuras, ou entre redes diferentes;
- Identificar “*missing links*” e zonas em que o “efeito de rede” é deficiente;
- Justificar cenários de desenvolvimento rodoviário face a objectivos políticos previamente definido (garantir acessibilidade das populações aos serviços básicos, das indústrias a nós de escoamento, etc.).

Os Indicadores de Acessibilidade, são uma ferramenta fundamental que permitem definir os níveis de equidade e competitividade das cidades e regiões. No presente estudo são aplicados Indicadores de Acessibilidade no âmbito do Planeamento Rodoviário para fazer a caracterização da situação actual das acessibilidades rodoviárias em Moçambique. Por esse motivo faz-se a análise detalhada de vários indicadores deste tipo, dos quais serão identificados alguns que se consideram mais relevantes, face aos objectivos genéricos de caracterização das acessibilidades de Moçambique.

2.3.1 Identificação dos Indicadores Relevantes

Na literatura existem um vasto leque de modelos de acessibilidade, convenientemente aplicados para cada situação, alvos de diversos arranjos nas suas fórmulas de modo a obter o melhor desempenho das mesmas. Por outro lado, pode fazer-se uso das principais componentes consideradas na composição dos modelos, tais como: separação espacial, função impedância, atractividade dos destinos e ainda um elemento relativo ao comportamento dos utentes.

De um modo geral, os indicadores de acessibilidade pretendem dar uma medida de articulação entre os padrões de distribuição territorial das actividades económicas e da população, através de um sistema de transportes. Os indicadores de acessibilidade, segundo Puebla (1994), podem ser entendidos como:

- Uma medida de proximidade/afastamento entre dois ou mais pontos do território;

- O esforço em termos de tempo e custo, necessário para atingir um determinado ponto do território;
- Uma relação com um determinado tipo de actividade que o indivíduo pretende atingir;
- A relação com um sistema de comunicações que permite reduzir a distância entre dois pontos.

Raia, (2000) explica que os indicadores podem ser traduzidos tanto a nível de acessibilidade ao sistema de transportes como ao nível da acessibilidade aos destinos.

A acessibilidade ao sistema de transportes relaciona-se com as seguintes componentes:

- Configuração da rede de transportes;
- Localização das actividades e ocupação dos solos;
- Tempos de deslocação e de espera;
- Facilidade de utilização por parte do indivíduo.

No fundo este tipo de acessibilidade permite avaliar a facilidade com que os indivíduos utilizam o sistema de transportes para alcançarem os seus destinos (as actividades).

Relativamente à acessibilidade aos destinos, esta pode ser interpretada como a relação existente entre os indivíduos e o território. Por outro lado, mede também o potencial ou a oportunidade para as deslocações até aos equipamentos e serviços e, na possibilidade de fazer uso do sistema de transportes, permitem avaliar a qualidade dessas mesmas deslocações.

Os procedimentos para o cálculo da acessibilidade até aos destinos, segundo Ordosgoitia et al., (2000), baseiam-se sobretudo no cálculo de medidas para a quantificação de:

- Oportunidades – ponderadas por uma função decrescente de interacção de custos em tempo ou dinheiro;
- Isolamento – onde a função inversa da acessibilidade, que é uma medida negativa, é directamente aplicável para avaliação do conjunto do sistema de transportes e dos padrões de uso do solo.

Deste modo, a acessibilidade pode ser medida baseando-se nas características do território e do sistema de transportes, expressas normalmente através de medidas absolutas (distância, tempo, custo, frequência) ou relativas (conforto, fiabilidade, segurança, qualidade do serviço, pontualidade), chegando mesmo a assumir as seguintes designações, apresentadas no quadro que se segue.

Quadro 1 - Exemplos de Indicadores de Acessibilidade

Indicador	Características
Separação Espacial	Traduz os factores de separação espacial de uma rede de transportes (distância, custo, entre outros)
Oportunidades	Reflecte o número de oportunidades/actividades que podem ser alcançadas a partir de uma determinada localização e tendo em conta um determinado tempo
Engenharia de Tráfego	Explica a facilidade com que um veículo se desloca de um determinado ponto para um outro ponto. Este indicador exclui o movimento de pessoas.
Abordagem Desagregada	Pondera que um indivíduo, que tenha ao seu dispor muitas opções de transporte, selecciona aquele que permite maximizar a utilidade e o valor da deslocação.

(fonte: adaptado de Lee & Goulias (1997), Giannopoulos & Boulougaris (1989), Morris et al. (1979)).

Outro ponto de vista é defendido por Arruda, (1997), que exprime a seguinte classificação para os indicadores:

- Medidas Agregadas - aquelas que se relacionam directamente com o espaço físico e não envolvem os indivíduos;
- Medidas Desagregadas – permitem incluir o resultado do comportamento dos indivíduos

Por sua vez, os indicadores agregados, segundo Puebla et al., (1994) subdividem-se em duas categorias:

- Acessibilidade Absoluta – relacionam o tempo mínimo de deslocação entre dois pontos no território e a dimensão populacional da área de estudo;
- Acessibilidade Relativa – permitem calcular o percurso ideal no território, em função do factor tempo.

2.3.1.1 Indicador de Acessibilidade Absoluta

Segundo Puebla et al., (1994), este indicador mede o grau de interligação de um ponto específico do território com outros pontos da região em estudo, relacionando os tempos mínimos de ligação de um aglomerado urbano a cada um dos restantes aglomerados, com as respectivas populações. Por outras palavras, calcula a média ponderada do tempo mínimo que separa cada núcleo populacional em relação às diferentes aglomerações urbanas através da rede, considerando a população como um factor de ponderação. Este indicador fornece informações sobre potenciais custos dos transportes associado a cada nó e a sua relação com outros nós, tendo sempre em conta a sua importância económica. Pode dizer-se que é um indicador que se enquadra dentro das medidas baseadas no custo potencial dos transportes e nos modelos de potencial de mercado. A fórmula que traduz este indicador é a seguinte:

$$IAA_i = \frac{\sum_{j=1}^n (IR_{ij} \times RCAE_j)}{\sum_{j=1}^n (RCAE_j)} \quad \text{Equação 1}$$

Em que:

IR_{ij} – Tempo mínimo entre os nós i e j através da rede;

$RCAE_j$ – População das aglomerações urbanas da região em estudo

2.3.1.2 Indicador de Acessibilidade Relativa

O indicador em questão anula o efeito da localização geográfica com o objectivo de ressaltar os efeitos da oferta da infra-estrutura sobre a acessibilidade. Este indicador mostra o efeito das infra-estruturas sobre o território e quantifica a qualidade do traçado de modo a analisar o grau de aproximação entre os lugares. Permite comparar o tempo mínimo de ligação entre duas localidades com o tempo ideal. Este tempo reflecte a ligação em linha recta, por rodovia, entre as mesmas localidades em estudo.

$$IAR_i = \sum_{j=1}^n \left(\frac{IR_{ij}}{II_{ij}} \times RCAE_j \right) \quad \text{Equação 2}$$

Em que:

IR_{ij} – Tempo mínimo entre os nós i e j através da rede de estradas;

II_{ij} – Tempo correspondente ao percurso em linha recta

$RCAE_j$ – População das principais aglomerações urbanas da região em estudo

O autor Raia Jr., (2000), propôs uma classificação ampla para os indicadores de acessibilidade, cruzando as medidas e indicadores de acessibilidade estudadas por outros autores como Vickerman, (1974), Morris et al., (1979), Richardson & Young,

(1982), Arruda, (1999) e Bartolomeu & Caceres, (1992). Deste modo, Raia Jr., (2000), agrupa indicadores de vários tipos, tais como:

- Atributos da rede;
- Quantidade de viagens;
- Oferta do sistema de transportes;
- Agregados, combinando características dos transportes e dos usos do solo;

2.3.1.3 Indicadores do Tipo “Atributos da rede”

Estes indicadores estão relacionados com a separação espacial de pontos no território ou a ligação entre pontos, como resultado da sua localização na rede (composta por arcos e nós), sendo normalmente baseados na Teoria dos Grafos. Estes indicadores podem ainda ser classificados como indicadores simples/topológicos e indicadores de separação espacial.

▪ Indicadores Simples ou Topológicos

Os indicadores simples/topológicos certificam se dois pontos no espaço estão fisicamente interligados por um sistema de transporte, permitindo o deslocamento entre eles. A rede normalmente é traduzida por um conjunto de arcos (*links*) que ao se intersectarem, dão origem aos nós (*nodes*). Com isto, as propriedades de uma determinada rede, também podem ser consideradas como indicadores de acessibilidade, como por exemplo a conectividade do nó, número de nós alcançáveis e o indicador do tipo Shimbel.

A conectividade do nó, analisa para cada zona (sendo o nó o centróide da zona), o número de aglomerados a que se encontra conectada directamente pelo sistema de transportes. A partir deste indicador, segundo Raia Jr., (2000), surgem outros dois indicadores: acessibilidade temporal e acessibilidade legal.

Indicador de Acessibilidade Temporal: pondera a situação onde, numa determinada área, a acessibilidade de um determinado modo de transporte é menor dependendo do dia da semana e da hora do dia.

O Indicador de Acessibilidade Legal: traduz os casos em que existem condicionantes legais que impeçam o acesso dentro de determinadas áreas.

O indicador de número de nós atingíveis a partir de um dado nó, é definido em função do factor tempo de viagem.

Por fim o Indicador de Shimbel, segundo Vickerman (1974), Taffe & Gauthier (1973), Jones (1981) e Shimbel (1953) tem em conta o custo da viagem de um determinado nó para outros nós.

$$A_i = \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n d_{ij} \quad \text{Equação 3}$$

Em que:

$i = 1, 2, \dots$

d_{ij} – custo da viagem do nó i até ao nó j

Uma grande desvantagem dos indicadores que utilizam apenas os parâmetros como a conectividade física ou topográfica é a exclusão das componentes funcionais que determinam a “importância” de cada área urbana. Deste modo, existem indicadores que incluem factores como a distância, tempo ou custo generalizado. Abandon e Ortiz (1996) apresentam a seguinte fórmula matemática que traduz este tipo de indicador:

$$A_i^d = \frac{\sum_j P_j d_{ij}^r}{\sum_j P_j d_{ij}^f} \quad \text{Equação 4}$$

Em que:

A_i^d = Medida de acessibilidade em distância

P_j – População da área j

d_{ij}^r - Distância entre i e j pelo caminho de menor tempo

d_{ij}^f - Distância em linha recta entre i e j

Esta expressão pode ser também aplicada para o cálculo da acessibilidade relacionada com o factor tempo e custo generalizado.

▪ **Indicadores de Separação Espacial**

Este grupo de indicadores é obtido através do custo da viagem ponderado pela distância entre diferentes localizações e tempo médio de viagem entre diferentes áreas (Ingram, 1995), aplicando-se a seguinte fórmula de cálculo:

$$A_i = \frac{\sum_{j=1}^n d_{ij}}{n} \quad \text{Equação 5}$$

Em que:
 A_i – Acessibilidade da área i
 n – Número total de áreas consideradas
 d_{ij} – Distância entre i e j

2.3.1.4 Indicadores do tipo “Quantidade de Viagens”

Este indicador permite combinar variáveis que definem a probabilidade das viagens serem realizadas entre as áreas i e j e considera os custos de transporte das viagens da área i para todas as áreas j , aplicando-se a seguinte equação (Linneker & Spence, 1992):

$$A_i = \sum_j P_{ij} C_{ij}^a \quad \text{Equação 6}$$

Em que:
 A_i – Acessibilidade da área i
 P_{ij} – Probabilidade de ocorrência entre as áreas i e j
 C_{ij} – Custo da viagem entre i e j
 a – Parâmetro que representa a fracção de distância

O cálculo da probabilidade tem com base o modelo gravitacional de distribuição de viagens, através da seguinte fórmula:

$$P_{ij} = \frac{W_j}{C_{ij}} / \sum_j \frac{W_j}{C_{ij}} \quad \text{Equação 7}$$

Em que:
 W_j – Número de empregos na zona j

2.3.1.5 Indicadores do tipo “Oferta do sistema de transportes”

Este indicador permite caracterizar o sistema de transportes através de variáveis, como a oferta e a frequência, entre outros. Segundo Bruton, (1979), utilizaram-se como parâmetros o número de linhas de transporte público que servem uma determinada área urbana, a frequência e a área total do território de operação.

$$A_i = \frac{\sum_i \sqrt{F_{m,i}^z}}{\sqrt{S_i}} \quad \text{Equação 8}$$

Em que:

A_i – Acessibilidade da área i
 $F_{m,i}^z$ – Frequência do sistema de transportes m que serve a região i através da rota z , no horário entre picos;
 S_i – Área da região i em km^2

Este indicador exclui os horários de maior procura e a incidência de tráfego nas áreas urbanas, sendo portanto, uma limitação a considerar na sua aplicabilidade. Com o objectivo de incorporar o aspecto qualitativo da acessibilidade, Januário (1995), desenvolveu um indicador que permite definir o nível de qualidade do transporte público através de parâmetros, como a distância, o custo, o tempo e a oferta de lugares.

$$A_i = \sum_{j=1}^n L_{ij} C_{ij}^{-1}$$

Equação 9

Em que:

A_i – Acessibilidade da área i

L_{ij} – Oferta de lugares de transporte entre as zonas i e j

C_{ij} – Factor de impedância entre i e j , dado pelos inversos dos valores das variáveis de impedância (tempo de viagem, custo e distância)

2.3.1.6 Indicadores que usam dados agregados utilizando elementos de usos do solo e transportes

Os indicadores mais aplicados desta categoria foram fundamentados a partir da Teoria Económica e derivam do modelo de Hansen (Jones, 1981; Dalvi & Martin, 1976). Entre os indicadores que combinam características dos transportes e dos usos do solo, destacam-se as medidas normalizadas de Hansen. Estas estabelecem a atractividade de uma determinada zona através da relação entre as oportunidades existentes na área j com o total de oportunidades no conjunto de todas as áreas j .

$$A_i = \frac{\sum_j W_j f(C_{i,j})}{\sum_j W_j}$$

Equação 10

Em que:

A_i – Acessibilidade da área i

W_i – Oportunidades existentes na zona i

$C_{i,j}$ – Custo da viagem entre i e j

$f(C_{i,j})$ – Representa a impedância do custo da viagem entre i e j

A medida de Hansen ponderada pela população associa a acessibilidade e as oportunidades que os residentes na área do estudo detêm para participarem numa determinada actividade ou conjunto de actividades:

$$A_i = P_i \sum_j W_{ij} f(C_{i,j})$$

Equação 11

Em que:

A_i – Acessibilidade da área i

P_i – População da área i

2.4 Indicadores Propostos

Para a presente análise de Acessibilidade, optou-se por utilizar apenas alguns indicadores dos que foram referidos anteriormente. No fundo, o principal objectivo consistiu em escolher alguns indicadores mais relevantes, que permitam uma boa análise genérica das acessibilidades regionais de Moçambique e que sirvam de base futura para a definição de outras matrizes de análise de acessibilidade, face a objectivos estratégicos específicos.

O vasto leque de indicadores que foi descrito e explicado, foi com o pressuposto de perceber, segundo várias perspectivas e diversos autores, a principal função dos indicadores de acessibilidade, e conseqüentemente, tirar partido das expressões matemáticas em diversas situações. Por outro lado, consegue-se perceber que muitas das equações propostas são variantes de outras expressões originais, ou então existe a possibilidade de adaptar as mesmas, utilizando outras variáveis socioeconómicas úteis para a análise de acessibilidade.

2.4.1 Indicador de Sinuosidade

Em Hidrologia, para analisar e descrever os meandros dos canais fluviais, utiliza-se muito o Índice de Sinuosidade. Com base na mesma lógica, para analisar a qualidade fisiológica de uma determinada estrada o mesmo indicador é utilizado. O Índice ou Indicador de Sinuosidade traduz o rácio entre a distância real de deslocação e a distância em linha recta, entre duas localidades. Deste modo, este indicador é um indicador “geométrico”, que não tem em consideração a procura, ou o volume de tráfego entre pares O/D. Trata-se portanto de um indicador que identifica a acessibilidade geográfica entre dois pontos i e j .

Para o cálculo do Índice de Sinuosidade, aplica-se a seguinte expressão:

$$IS_{i,j} = \frac{S_{i,j}}{L_{i,j}} \geq 1$$

Equação 12

Em que:

$S_{i,j}$ – Distância real de deslocação ou espaço percorrido entre i e j

$L_{i,j}$ – Distância em Linha recta entre i e j

Quando o Indicador de Sinuosidade, apresenta um valor próximo da unidade, ou seja, $IS \cong 1$, significa que as estradas tendem a aproximar-se da distância rectilínea entre a origem e o destino. No caso hipotético de uma determinada estrada totalmente em recta, esta apresentaria um $IS = 1$. Se uma estrada for muito “acidentada” em termos de andamento da directriz, o IS será bastante superior a um. Em termos genéricos, se a sinuosidade for igual a 1,5, então, em média, qualquer viagem efectuada a partir essa zona, tem uma extensão 50% superior ao caminho em linha recta. Uma estrada com um percurso demasiado acidentado, como é o caso de estradas que atravessam colinas, o Índice de Sinuosidade pode mesmo ser igual a 4.

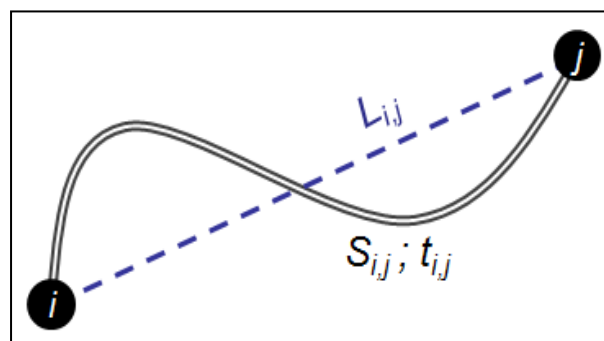


Figura 3 – Indicador de Sinuosidade

2.4.2 Velocidade Equivalente Recta

O indicador Velocidade Equivalente Recta (VER) traduz a velocidade a que seriam efectuadas as ligações entre duas localidades se, para um tempo de percurso igual ao real, as mesmas fossem feitas em linha recta. No fundo, é um indicador que representa a acessibilidade ponderada pela qualidade da via.

Por outras palavras a Velocidade Equivalente Recta é como o próprio nome indica, a velocidade média da viagem caso o percurso entre os mesmos pontos extremos fosse efectuado em linha recta. Este indicador é o rácio entre a distância em linha recta desde a origem (i) ao destino (j) e o tempo real de viagem através da estrada existente.

$$VER_{i,j} = \frac{\text{Distância em Linha Recta}_{i,j}}{\text{Tempo de Percurso Real}_{i,j}}$$

Equação 13

2.4.2.1 Relação entre o IS e a VER

O Índice de Sinuosidade (IS) bem como a Velocidade Equivalente Recta (VER) são dois indicadores que podem ser relacionados entre si. O Índice de Sinuosidade (IS) pode ser traduzido num rácio entre a velocidade média real $V_{i,j}$ e a Velocidade Equivalente Recta:

$$IS_{i,j} = \frac{V_{i,j}}{VER_{i,j}} \quad \text{Equação 14}$$

Em que:

$IS_{i,j}$ – Indicador ou Índice de Sinuosidade;

$V_{i,j}$ – Velocidade média real entre i e j ;

$VER_{i,j}$ – Velocidade Equivalente Recta entre i e j .

Sendo que a velocidade média real é calculada com base nas equações clássicas do movimento:

$$V_{i,j} = \frac{S_{i,j}}{t_{i,j}} \quad \text{Equação 15}$$

Em que:

$V_{i,j}$ – Velocidade Média entre i e j ;

$S_{i,j}$ – Distância ou Espaço percorrido entre i e j ;

$t_{i,j}$ – Tempo percorrido entre i e j ;

Deste modo, é possível concluir que o Indicador de Sinuosidade e a Velocidade Equivalente Recta são dois Indicadores inversamente proporcionais. Quer isto dizer que, quando o valor do VER aumentar, o valor do IS naturalmente irá diminuir. Ou seja para estradas com um percurso quase rectilíneo ($IS \cong 1$) a Velocidade Equivalente Recta será aproximadamente igual à Velocidade Média.

2.4.3 Indicador de quantificação da Acessibilidade Regional Económica

Gutiérrez e Urbano (1996), procuraram expressar através do indicador de acessibilidade não só a maior ou menor facilidade com que as actividades ou os centros de actividades são alcançados, mas também medir a acessibilidade à rede de fluxo económico – variável importante para a análise do desenvolvimento regional. O indicador proposto por estes autores foi construído segundo a seguinte expressão:

$$A_i = \frac{\sum_j^N PIB_j \times I_{i,j}}{\sum_j^N PIB_j} \quad \text{Equação 16}$$

A_i – Acessibilidade do nó i ;
 $I_{i,j}$ – Impedância através da Rede entre os nós “ i ” e “ j ”;
 PIB_j – Produto Interno Bruto do cento de actividade económica de destino que pondera a capacidade de atracção da região.

Ao adaptar a expressão anterior e substituir a Impedância ($I_{i,j}$), pelo tempo de percurso entre duas povoações i e j ($t_{i,j}$) tem-se:

$$A_i = \frac{\sum_j^N PIB_j \times t_{i,j}}{\sum_j^N PIB_j} \quad \text{Equação 17}$$

A_i – Acessibilidade do nó i ;
 $t_{i,j}$ – Tempo de percurso entre duas povoações “ i ” e “ j ”;
 PIB_j – Produto Interno Bruto do cento de actividade económica de destino que pondera a capacidade de atracção da região.

Este indicador é fundamental para fazer a análise do desenvolvimento de uma determinada localidade, e analisar as assimetrias regionais. Permite também identificar corredores rodoviários nos quais é necessária a melhoria das condições de circulação para reduzir as assimetrias regionais.

2.4.3.1 Exemplo exploratório

Vejamos então a aplicação deste indicador para uma região composta por 5 localidades:

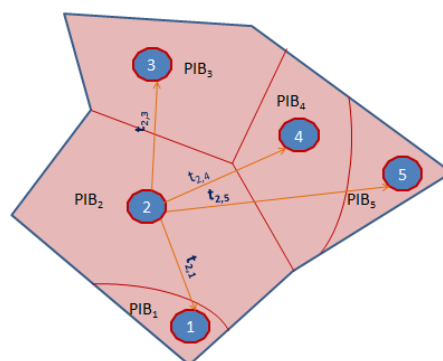


Figura 4 – Aplicação do Indicador de Quantificação da Acessibilidade Regional Económica

Por exemplo, se pretendermos analisar o Indicador para a Localidade 2 ($i = 2$), a fórmula apresenta o seguinte desenvolvimento:

$$A_2 = \frac{\sum_1^5 PIB_j \times t_{2,j}}{\sum_1^5 PIB_j} \rightarrow A_2 = \frac{(PIB_1 \times t_{2,1}) + (PIB_3 \times t_{2,3}) + (PIB_4 \times t_{2,4}) + (PIB_5 \times t_{2,5})}{(PIB_1 + PIB_2 + PIB_3 + PIB_4 + PIB_5)}$$

No entanto, esta expressão de Gutiérrez e Urbano (1996), pode ser melhorada para uma outra expressão que adapta a utilização de “Coroas” formadas a partir de isolinhas em vez dos centróides das zonas. Na verdade, a lógica é quase semelhante só que em vez de se concentrar toda a ‘massa’ (neste caso toda a população da zona) no centróide, efectua-se uma análise mais generalizada através da criação de um sistema de coroas baseadas em isolinhas, sendo as isócronas as isolinhas de mais comum. A expressão que representa essa evolução é a seguinte:

$$A_i = \frac{\sum_k^m [Ar_k \times densPIB_k] \times I_{i,k}}{\sum_k^m [Ar_k \times densPIB_k]} = \frac{\sum_k^m [Ar_k \times densPIB_k] \times \bar{t}_{i,k}}{\sum_k^m [Ar_k \times densPIB_k]} \quad \text{Equação 18}$$

A_i – Acessibilidade do nó i ;
 Ar_k – Área da coroa de ordem k , correspondente à isolinha k ;
 $I_{i,k}$ – Impedância calculada através da rede, entre os nós “ i ” e “ k ”;
 $t_{i,k}$ – Tempo de viagem real calculado através da rede, entre os nós “ i ” e “ k ”;
 $densPIB_k$ – densidade do Produto Interno Bruto da zona [Euros/km²].

Este mesmo Indicador pode ser adaptado para outras variáveis, que não sejam só de vertente económica, ou seja, existe a possibilidade de adaptar com outras variáveis como por exemplo a população e número de empregos, entre outros.

Se utilizarmos a mesma fórmula e adaptarmos para a variável População, por exemplo, a fórmula terá a seguinte expressão:

$$A_i = \frac{\sum_j^n (Pop_j \times t_{i,j})}{\sum_j^n Pop_j} \quad \text{Equação 19}$$

Podendo esta última equação ser adaptada com toda a facilidade ao modelo de “Coroas” através da densidade populacional.

2.4.4 Indicadores agregados obtidos a partir da distribuição de variáveis socioeconómicas e geoprocessamento em SIG

Este tipo de indicador pode considerar-se como a ‘geração seguinte’ aos indicadores discretos anteriormente apresentados. No desenvolvimento deste trabalho, em particular, foram utilizados alguns indicadores que seguem a lógica matemática apontada por Gutierrez e Urbano (1996). No fundo, as variáveis socioeconómicas que devem ser modeladas de forma desagregada no território são cruzadas, através de geoprocessamento, com um conjunto de “coroas” geradas através de isolinhas, obtidas a partir da análise da performance da rede viária, cujos princípios foram apresentados anteriormente.

A cada “coroa” formada, neste caso a partir das isócronas, associa-se uma impedância média, no caso, um tempo médio da “coroa”. Surge então um novo Indicador com o nome de Tempo Médio Ponderado. Para calcular este indicador é necessário ter como base, a distribuição destas impedâncias médias e das variáveis socioeconómicas associadas a cada “coroa”. Estas variáveis socioeconómicas podem ser dados relativos ao PIB, número de população e entre outros.

No fundo este indicador, não é mais do que uma analogia com a teoria do Momento Resultante de um conjunto de forças. Deste modo, pode fazer-se a comparação entre o momento da resultante de um conjunto de forças e o seu momento equivalente resultante do somatório dos momentos de cada uma das forças. Nesta analogia as impedâncias médias das “coroas” correspondem aos braços das forças e o somatório das variáveis socioeconómicas nas “coroas” correspondem às forças aplicadas:

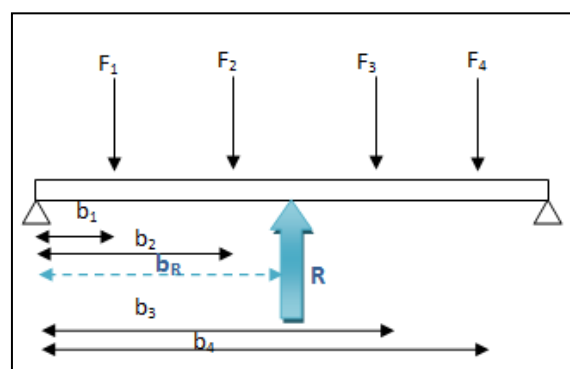


Figura 5 - Viga apoiada com Forças Aplicadas

E o Tempo Médio Ponderado que se obtém é o equivalente ao “braço da resultante” que se obtém através da analogia com um sistema de forças. Para uma melhor compreensão

deste indicador seguidamente apresenta – se um exemplo exploratório de cálculo deste indicador para uma determinada localidade com base numa variável socioeconómica de valores aleatórios.

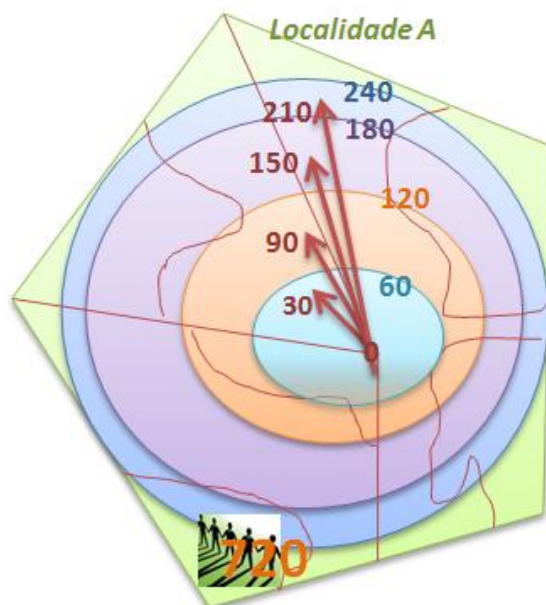


Figura 6 – Aplicação do Indicador de Tempo Médio Ponderado na Localidade A

2.4.4.1 Exemplo exploratório para o Tempo Médio Ponderado

Para uma melhor compreensão deste raciocínio, será apresentado um pequeno exemplo da aplicação deste indicador, aplicado à distribuição da população. O cálculo foi efectuado para 3 localidades com padrões de distribuição de população distintos.

Considere-se uma determinada *Localidade A*, com uma população da ordem dos 270 mil habitantes. Define-se um conjunto de isócronas segundo os seguintes intervalos de tempo: [0-60], [60-120], [120-180] e [180-240], em minutos, originando quatro “coroas” de acessibilidade (ver figura 6). Estes intervalos de tempo equivalem a uma análise de acessibilidades até um tempo de viagem de carro até 4 horas.

Utilizando um SIG e através de técnicas de geoprocessamento é possível fazer a intersecção destas isócronas com as várias divisões administrativas existentes na *Localidade A*. Deste modo, é possível saber qual a distribuição da população para cada um dos intervalos de tempo definidos. Destes intervalos de tempo, convém enfatizar que os seus respectivos tempos médios são os seguintes: 30, 90, 150 e 210 minutos.

Admita-se que após a intersecção das isócronas com a população na zona em redor da *Localidade A* (até 4 horas de viagem), se obtive a seguinte distribuição de população:

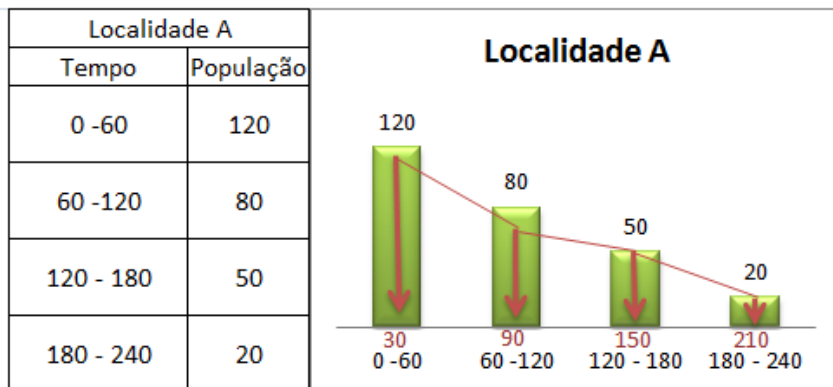


Figura 7 – Exemplo de distribuição da população pelas “coroas” de acessibilidade consideradas, Localidade A

Com base nestes dados, pode concluir-se que a população está mais concentrada logo nas primeiras “coroas” de tempo. No entanto para se obter uma ideia mais fidedigna, convém determinar o tempo médio ponderado pela distribuição da população:

$$\therefore T_{Localidade A} = \frac{\sum t_{médio} \times População}{\sum População} = \frac{22.500}{270} = 83,33 \text{ minutos}$$

A Localidade A apresenta portanto, um Tempo Médio Ponderado de 83,33 minutos para a acessibilidade rodoviária até 4 horas de viagem. Ou seja, o habitante médio está situado na segunda “coroa”, a cerca de 1 hora e 20 minutos do pólo gerador das isócronas definidas. Numa breve análise, é possível concluir que esta localidade tem um bom padrão de desenvolvimento e de acessibilidade, em termos de população.

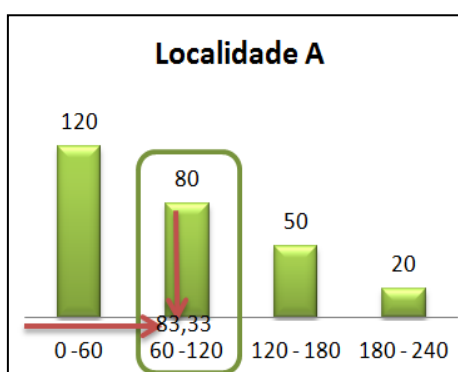


Figura 8 – Tempo Médio Ponderado para a Localidade A

Para uma outra Localidade B, com uma população da ordem dos 270 mil habitantes também definiu – se o mesmo conjunto de isócronas segundo os seguintes intervalos de tempo: [0-60], [60-120], [120-180] e [180-240], em minutos, originando quatro “coroas” de acessibilidade. Estes intervalos de tempo equivalem a uma análise de acessibilidades até

um tempo de viagem de carro até 4 horas. Convém ainda enfatizar que os tempos médios dos intervalos de tempo definidos, são os seguintes: 30, 90, 150 e 210 minutos.

Utilizando novamente as técnicas de geoprocessamento fez – se a intersecção das isócronas com as várias divisões administrativas existentes na *Localidade B*. Deste modo, é possível saber qual a distribuição da população para cada um dos intervalos de tempo definidos.

Admitindo que após a intersecção das isócronas com a população na zona em redor da *Localidade A* (até 4 horas de viagem), se obteve a seguinte distribuição de população:

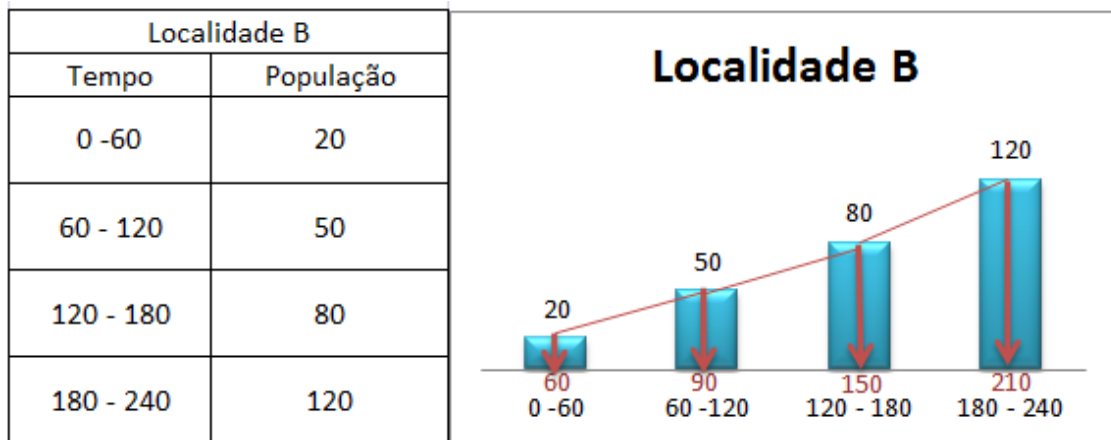


Figura 9 - Exemplo de distribuição da população pelas “coroas” de acessibilidade consideradas, *Localidade B*

Com base nestes dados, pode concluir-se que a população está mais concentrada nas duas últimas “coroas” de tempo. No entanto para se obter uma ideia mais fidedigna, convém determinar o tempo médio ponderado pela distribuição da população:

$$\therefore T_{Localidade A} = \frac{\sum t_{médio} \times População}{\sum População} = \frac{42.300}{270} = 156,67 \text{ minutos}$$

A *Localidade B* apresenta portanto, um Tempo Médio Ponderado de 156,67 minutos para a acessibilidade rodoviária até 4 horas de viagem. Ou seja, o habitante médio está situado na terceira “coroa”, a cerca de 2 horas e 30 minutos do pólo gerador das isócronas definidas. Numa breve análise, é possível concluir que esta localidade tem um mau padrão de desenvolvimento e de acessibilidade, em termos de população, comparando com a *Localidade A*.

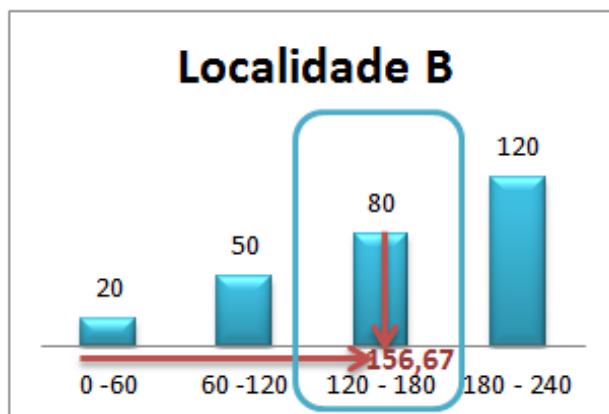


Figura 10 – Tempo Médio Ponderado para a Localidade B

Para uma outra *Localidade C*, com o dobro da população em relação às duas localidades anteriores, na ordem dos 540 mil habitantes também definiu – se o mesmo conjunto de isócronas segundo os seguintes intervalos de tempo: [0-60], [60-120], [120-180] e [180-240], em minutos, originando quatro “coroas” de acessibilidade. Estes intervalos de tempo equivalem a uma análise de acessibilidades até um tempo de viagem de carro até 4 horas. Convém ainda enfatizar que os tempos médios dos intervalos de tempo definidos, são os seguintes: 30, 90, 150 e 210 minutos.

Utilizando novamente as técnicas de geoprocessamento fez – se a intersecção das isócronas com as várias divisões administrativas existentes na *Localidade C*. Deste modo, é possível saber qual a distribuição da população para cada um dos intervalos de tempo definidos.

Admitindo que após a intersecção das isócronas com a população na zona em redor da *Localidade C* (até 4 horas de viagem), se obteve a seguinte distribuição de população:

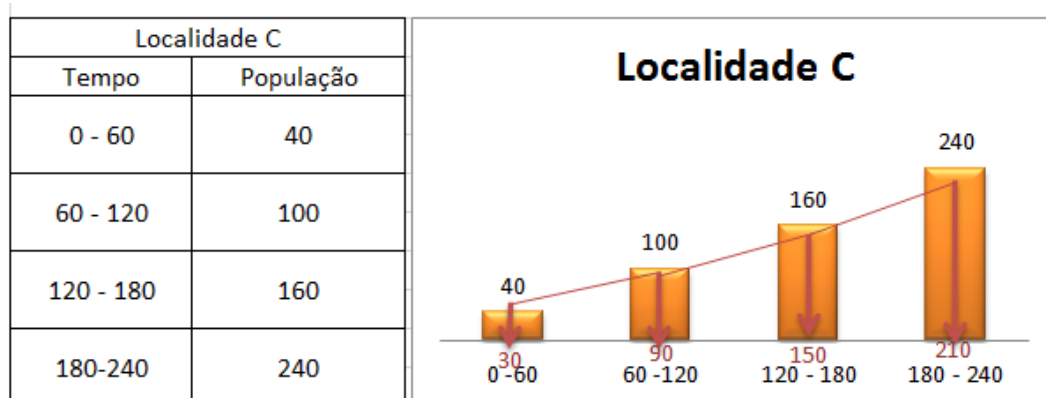


Figura 11 - Exemplo de distribuição da população pelas “coroas” de acessibilidade consideradas, Localidade B

Com base nestes dados, pode concluir-se que a população mais uma vez está mais concentrada nas duas últimas “coroas” de tempo. No entanto para se obter uma ideia mais fidedigna, convém determinar o tempo médio ponderado pela distribuição da população:

$$\therefore T_{Localidade A} = \frac{\sum t_{médio} \times População}{\sum População} = \frac{84.600}{540} = 156,67 \text{ minutos}$$

Esta *Localidade C* tal como a *Localidade B* apresenta, um Tempo Médio Ponderado de 156,67 minutos para a acessibilidade rodoviária até 4 horas de viagem. Ou seja, o habitante médio está situado na terceira “coroa”, a cerca de 2horas e 30 minutos do pólo gerador das isócronas definidas. Pode – se concluir que esta localidade tem um mau padrão de desenvolvimento e de acessibilidade, em termos de população, comparando com a Localidade A, apesar de ter o dobro da população, encontra – se no mesmo patamar verificado para a Localidade B.

De seguida, apresenta- se na Figura 12, o gráfico do Tempo Médio Ponderado para a Localidade C.

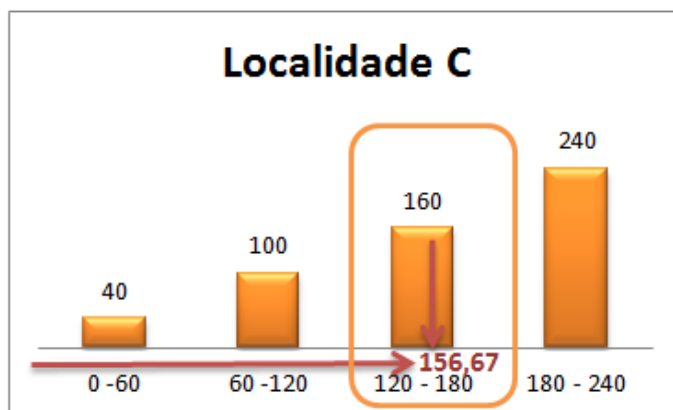


Figura 12 – Tempo Médio Ponderado para a Localidade C

2.4.5 Indicador Global Agregado (IGA)

A partir do indicador Tempo Médio Ponderado (TMP) é possível calcular um Indicador Global Agregado mais abrangente do que o primeiro. Este indicador poderá ser útil porque, apesar do indicador TMP ser excelente, se se mantiver constante o valor agregado da variável socioeconómica em apreço, caso isso não aconteça, este indicador não é representativo. Ou seja, na comparação de cenários em que as isolinhas de

impedância podem ser ampliadas através das melhorias da mobilidade (isto é, da rede em si), este tipo de indicadores apresenta uma limitação considerável, pois ao aumentarmos o valor global, por exemplo, da população abrangida, se a relação isócronas/população abrangida se mantiver, então o ‘momento’ da acessibilidade vai tornar-se maior, mas o braço, o Tempo Médio Ponderado, mantém-se semelhante, isto apesar da mobilidade nessa situação implicar certamente melhorias de acessibilidade significativas.

Assim, propõe-se a utilização de um Indicador Global Agregado (IGA), que é o quociente entre o somatório total da variável socioeconómica em apreço (no exemplo, a população) e o seu respectivo Tempo Médio Ponderado. A expressão que traduz este indicador é a seguinte:

$$IGA = \frac{\sum \text{População}}{T_i} \quad \text{Equação 20}$$

T_i – Tempo médio ponderado da localidade i

Por exemplo, para a Localidade A, teríamos o seguinte valor:

$$\therefore IGA = \frac{270}{83,33} = 3,45$$

Se, por exemplo, a mobilidade duplicasse e permitisse alcançar o dobro da população nas mesmas “coroas” de tempo, então o Tempo Médio Ponderado seria exactamente igual, mas o IGA recalculado seria o dobro do inicial, para traduzir esse efeito.

Deste modo, constata – se que em síntese, os Indicadores de Acessibilidade que foram escolhidos para o desenvolvimento do estudo de caso e para a análise das acessibilidades regionais em Moçambique, foram os seguintes:

- Indicador de Sinuosidade;
- Velocidade Equivalente Recta;
- Indicador de Acessibilidade Regional, com a variável PIB (Indicador de Gutierrez e Urbano);
- Indicador de Acessibilidade Regional com a variável Densidade Populacional (Indicador de Gutierrez e Urbano).
- Tempo Médio Ponderado pela distribuição do PIB e População.
- Indicador Global Agregado

2.5 Súmula do Capítulo

Neste Capítulo foram abordadas as Metodologias de Medição da Acessibilidade Regional. Para tal, achou – se fundamental elaborar uma breve revisão bibliográfica do conceito da acessibilidade.

Acessibilidade, do latim *Accessibilitas*, significa qualidade de ser acessível, facilidade na aproximação ou na obtenção. É um parâmetro muito importante para o planeamento urbano e regional, pois é um instrumento que permite identificar áreas com desigualdades na oferta de infra-estruturas básicas (Goto, 2000) e está directamente relacionado com a qualidade de vida dos cidadãos (Vasconcellos, 2000).

Teve – se em conta também a evolução das metodologias utilizadas para a elaboração da análise da acessibilidade. Visto que hoje em dia, com as evoluções tecnológicas cada vez mais existem sistemas de informação e softwares que contribuem de um modo positivo para a elaboração da tão pretendida análise.

Uma vez que a análise foi feita recorrendo a um SIG, optou – por fazer uma breve definição deste conceito. O termo Sistema de Informação designa um conjunto de processos, executados sobre dados, de modo a produzir informação adicional. Por outro lado, um conjunto de dados que faça (ou contenha) referências a localizações no espaço pode ser classificado como informação geográfica.

Para a medição da Acessibilidade Regional, identificou – se alguns Indicadores de Acessibilidades Relevantes tais como o Indicador de Sinuosidade, a Velocidade Equivalente Recta, Indicador Global Agregado e entre outros.

Por fim, apresentou – se a Proposta da Classificação Adoptada que consiste em identificar os indicadores de acessibilidade mais relevantes que permitam uma boa análise genérica das acessibilidades regionais de Moçambique e que sirvam de base futura para a definição de outras matrizes de análise de acessibilidade, face a objectivos estratégicos específicos.

3 Caracterização da Rede Rodoviária Moçambicana

3.1 Enquadramento

O Sector dos Transportes é um factor que muito contribui para o desenvolvimento económico de um determinado país. Assim sendo, é importante que a rede de transportes esteja bem estruturada, de modo a proporcionar uma boa integração a nível sectorial e regional, em toda a estrutura produtiva, resultante dos ganhos de competitividade obtidos do sistema económico do país. O processo de desenvolvimento económico de um país surge dos desequilíbrios entre a oferta e procura de bens, produtos e serviços existentes nos sectores de economia, entre os quais estão os transportes, que remetem para um processo indutivo de procura por um desenvolvimento eficiente (Soraya, 2008).

Os principais modos de transportes que constituem o Sector dos Transportes em Moçambique são os modos:

- Rodoviário;
- Ferroviário;
- Marítimo;
- Aéreo.

3.1.1 Divisão Administrativa de Moçambique

Moçambique localiza-se a Sudeste do continente africano. É limitado a Este pelo Oceano Índico, a Norte pela Tanzânia, a Noroeste pelo Malawi e Zâmbia. A Oeste faz fronteira com o Zimbabwe, África do Sul e Suazilândia, e a Sul novamente com África do Sul. Administrativamente Moçambique divide-se em dez províncias, nomeadamente: Maputo, Gaza, Inhambane, Sofala, Manica, Tete, Zambézia, Nampula, Niassa e Cabo Delgado. Cada província moçambicana tem a sua respectiva capital provincial. Por sua vez as províncias subdividem-se em distritos. No total, Moçambique é composto por 128 distritos.



Figura 13 - Divisão Administrativa de Moçambique (Províncias e Capitais), (fonte:Portal do Governos de Moçambique, 2008)

Quadro 2 - Províncias e respectivas capitais

	Província	Capital
Norte	Niassa	Lichinga
	Cabo Delgado	Pemba
	Nampula	Nampula
	Zambezia	Quelimane
Centro	Tete	Tete
	Manica	Chimoio
	Sofala	Beira
	Inhambane	Inhambane
Sul	Gaza	Xai - Xai
	Maputo	Matola

Cada distrito tem uma sede distrital, estas são o penúltimo nível da hierarquia administrativa de Moçambique. Os postos administrativos constituem a última categoria da hierarquia administrativa de Moçambique. Cada sede distrital pode ter vários postos administrativos.

Uma vez que, Moçambique faz fronteiras com outros países, é normal que tenha muitos postos fronteiriços, como se pode constatar no seguinte quadro.

Quadro 3 – Postos Fronteiriços de Moçambique

Posto Fronteiriço	Província	País
Ressano Garcia	Maputo	África do Sul
Namaacha	Maputo	Suazilândia
Goba	Maputo	Suazilândia
Machipanda	Manica	Zimbabue
Cuchamano	Tete	Zimbabue
Zóbue	Tete	Malawi
Cassacatiza	Tete	Zâmbia
Melosa/Milange	Zambézia	Malawi
Mandimba	Niassa	Malawi

Moçambique é um país extenso, cuja principal actividade económica é a agricultura. O transporte rodoviário é o principal modo de transporte terrestre, garantindo a mobilidade de passageiros e cargas, e permitindo o acesso aos restantes modos de transporte. Em consequência disto, as estradas são infra-estruturas de transporte que suportam um dos principais esforços de investimento do país.

A localização geográfica de Moçambique, bem como a sua extensa linha costeira e pelo facto de fazer fronteira com países de dimensão económica significativa no contexto da região da África Austral, constituem alguns dos pontos fortes da economia, porventura ainda por explorar plenamente.

Moçambique apresenta um relevo com a forma de um “anfiteatro” distinguindo – se uma zona montanhosa a Oeste, que vai decrescendo na forma de degraus nivelados até à planície litoral a Leste. Segundo Cumbe (2007), de acordo com a altitude, identificam-se em Moçambique, planícies, planaltos, montanhas e depressões. Cerca de 44% do território moçambicano é constituído por planícies, com altitudes até 200 metros. O resto do território é caracterizado por planaltos (51%) e zonas montanhosas (5%). No Norte e Centro do país é onde se verificam mais planaltos, com destaque para as Províncias de Cabo Delgado, Nampula e interior de Inhambane.

As áreas montanhosas com altitudes superiores a 1.000 metros, são pouco extensas (cerca de 5%) e não constituem faixas contínuas, à semelhança dos planaltos. A sua maior ocorrência regista-se nas Províncias de Niassa, Zambézia, Tete e Manica.

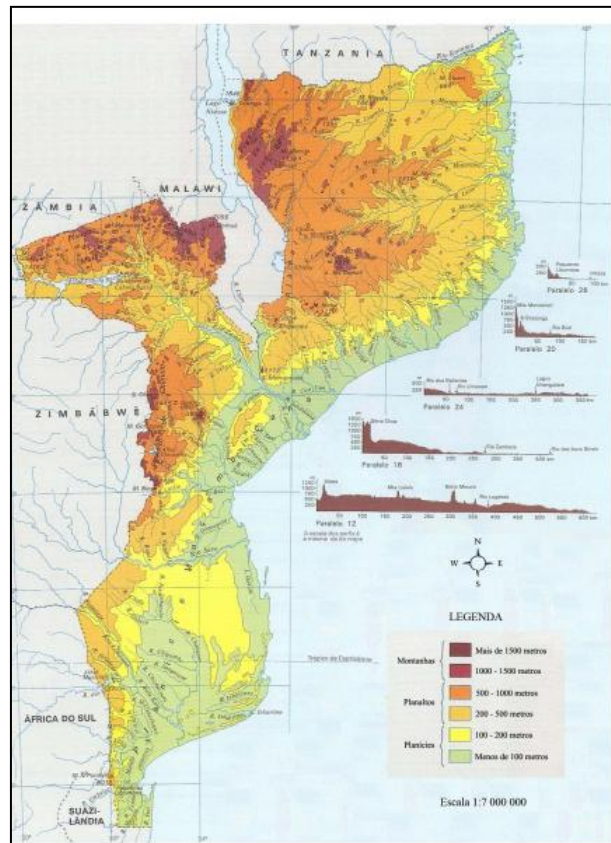


Figura 14 – Hipsometria e Hidrografia de Moçambique. (fonte: MINED, 1986).

3.1.2 Breve caracterização do Sector de Transportes em Moçambique

Sendo Moçambique um país enorme, convém perceber o Sector dos Transportes que possui. Para tal, nesta secção desenvolve-se uma breve caracterização deste sector. Como foi anteriormente mencionado, os modos predominantes são o Rodoviário, Ferroviário, Marítimo e Aéreo. Os sistemas ferroviário e marítimo serão caracterizados em simultâneo, uma vez que a empresa que explora estes dois modos é a mesma, designada por CFM - Portos e Caminhos-de-ferro de Moçambique, E.P A caracterização do Sector de Transportes em Moçambique, nomeadamente o sistema ferro -portuário, teve por base o documento: O Impacto do Sector de Transportes e Comunicações em Moçambique (Soraya,2008).

Desde os finais do século XIX, o Sector de Transportes desempenha um papel importante na economia de Moçambique. Isto porque a entrada do capital estrangeiro

(divisas) nos sectores de produção agrícola para exportação, sempre implicou a necessidade para a implementação de um sistema de transportes eficiente no país.

3.1.2.1 Sistema Ferro-Portuário

Os principais portos e caminhos-de-ferro foram construídos no passado colonial, nas últimas décadas do século XIX, com o grande objectivo de permitir o trânsito de mercadorias, de e para as ex-colónias inglesas (Zimbabwe, Malawi e África do Sul). O investimento de capital no sector de portos e caminhos-de-ferro orientou-se no sentido da satisfação dos interesses do exterior, deixando para segundo plano o desenvolvimento interno de Moçambique.

Em Abril de 1980, constituiu-se a Conferência Coordenadora para o Desenvolvimento da África Austral (SADCC), cujo objectivo fundamental era a redução da dependência económica dos países da região em relação à República da África do Sul. Deste modo, Moçambique assumiu a responsabilidade pelas áreas de coordenação do Sector de Transportes e Comunicações, dirigindo assim a Comissão de Transportes e Comunicações da África Austral (SATC).

- **Sistema Ferroviário**

Moçambique possui 3 corredores ferroviários independentes, sem ligações entre si, nomeadamente o corredor Sul (Corredor de Limpopo), Centro (Corredor de Beira) e Norte (Corredor de Nacala). Cada um destes corredores possui pontos onde se realizam operações de carga, descarga, atrelagem, desatrelagem de vagões e muitas outras actividades ferroviárias. Grande parte da carga que circula em Moçambique têm como destino os países vizinhos ou os portos moçambicanos, a partir dos quais a mercadoria é exportada. Deste modo, os pontos de cruzamento das fronteiras nacionais e as zonas portuárias são áreas de elevada importância no controlo de todo o movimento ferroviário.

- **Rede Ferroviária Sul – Corredor de Limpopo**

O Corredor de Limpopo situa-se a sul do país, e abrange o porto de Maputo e, a linha férrea que estabelece a ligação entre a vila de Chicualacuala e o Zimbabwe. Ao todo, o corredor abarca uma extensão de 534 quilómetros e atravessa as regiões agrícolas mais ricas (Maputo e Gaza).

Este corredor é composto pelos seguintes postos de controlo:

- **Complexo Ferro-Portuário de Maputo:** engloba o porto de Maputo, parque de manobras, centro de controlo de tráfego, oficinas e departamento de informática. A escolha deste ponto, deve-se ao facto de ser uma zona de origem/destino com grande influência de tráfego ferroviário.
- **Estação de Ressano Garcia** (fronteira com a África do Sul): é o ponto de interligação com o sistema ferroviário sul-africano.
- **Goba** (fronteira com o Reino da Suazilândia): é o ponto de interligação com o sistema ferroviário de Suazi.
- **Chicualacuala** (fronteira Sul com o Zimbabwe): É o ponto de interligação com o sistema ferroviário do Zimbabwe.

O Corredor de Limpopo, insere-se no sistema ferro-portuário e sempre respondeu às necessidades dos países vizinhos, colocando-os em contacto com o mercado internacional, no entanto segundo as estatísticas de funcionamento, com o passar dos anos deu-se um decréscimo acentuado de tráfego, levando à deterioração destas vias de comunicação. Deste modo, neste contexto foram desenvolvidos vários projectos de reabilitação deste corredor.

➤ Rede Ferroviária Centro – Corredor de Beira

Situado no centro do país, este corredor é constituído pelo complexo ferroviário que estabelece a ligação entre o porto da Beira e a cidade de Machipanda localizada junto à fronteira do Zimbabwe, com uma extensão de 280 quilómetros.

A função deste corredor, no âmbito da política do SADC, é a de se constituir como via de acesso natural mais económica e rápida para os países do *Interland*¹ nomeadamente Zimbabwe, Zâmbia e Malawi, no seu relacionamento com o mundo de negócios. Constitui ainda uma rota viável para outros países da região como o Botswana e Zaire.

O Corredor de Beira é composto pelos seguintes postos de controlo:

- **Complexo Ferro-Portuário da Beira:** engloba o porto da Beira, parque de manobras, centro de controlo de tráfego, oficinas e departamento de Informática. A escolha deste ponto prendem-se com as mesmas razões que as do complexo portuário de Maputo.
- **Estação de Machipanda** (fronteira Oeste com o Zimbabwe): é o ponto de interligação com o sistema ferroviário do Zimbabwe.

¹ Países do *Interland* – fazem parte dos países do *Interland*, os seguintes estados: África do Sul, Botswana, Malawi, República Democrática do Congo (Leste), Suazilândia, Zâmbia e Zimbabwe.

- **Estação de Gondola:** devido ao relevo e características da linha, parte da carga em trânsito para o Zimbabwe é atrelada e desatrelada neste ponto.

O volume de tráfego ferro-portuário deparou – se com um decréscimo acentuando, em particular na década 80, devido a factores de origem política e económica que afectaram Moçambique, Zimbabwe, Zâmbia e o Malawi.

➤ **Rede Ferroviária Norte – Corredor de Nacala**

Situada no norte do país compreende genericamente o porto de Nacala e a linha férrea que se estende até uma pequena povoação perto da fronteira do Malawi, numa extensão de 615 quilómetros.

O Corredor de Nacala é composto pelos seguintes postos de controlo:

- **Complexo Ferro-Portuário de Nacala:** ponto de origem e chegada de carga do Malawi.
- **Estação de Nampula:** ponto de controlo da circulação no corredor Norte. Este ponto é o centro de decisão de todo o esquema ferroviário do Norte.
- **Estação de Cuamba:** ponto de entroncamento com o ramal de Lichinga. Este é o ponto de controlo de movimento que é proveniente do ramal de Lichinga.
- **Estação de Entre-Lagos** (fronteira com o Malawi): é o ponto de interligação com o sistema ferroviário do Malawi e ponto de entrada e saída de carga em Moçambique.

Este corredor contribui para o desenvolvimento económico dos países da região e para a efectiva participação no desenvolvimento económico de Moçambique, uma vez que este atravessa duas das províncias mais ricas do país, nomeadamente Nampula e Zambézia.

• **Sistema Portuário**

Como foi referido anteriormente, o sistema portuário é controlado pela empresa CFM - Portos e Caminhos-de-ferro de Moçambique, E.P. Moçambique possui cinco portos que são propriedade da CFM, estes são também considerados como os principais portos, nomeadamente:

- Porto de Maputo/Matola;
- Porto da Beira;
- Porto de Nacala;
- Porto de Quelimane;
- Porto de Pemba.

Entre estes cinco portos, o porto de Quelimane e Pemba, segundo estatísticas da empresa CFM, estão subaproveitados, visto que as respectivas capacidades são superiores em relação às toneladas métricas embarcadas. Para além dos portos principais, existem outros portos marítimos ou fluviais, tal como se apresentam na seguinte tabela:

Quadro 4 - Outros Portos Marítimos e Fluviais

Porto	Província
Mocímboa de Praia	Cabo Delgado
Angoche	Nampula
Chinde – Pebane	Zambézia
Inhambane	Inhambane

Para uma melhor percepção da situação dos principais portos em Moçambique, convém consultar a seguinte referência: “Relatório de Reclassificação da Rede de Estradas de Moçambique (2003)”, elaborado pela ANE.

3.1.2.2 Modo Aéreo

O sistema aéreo em Moçambique é caracterizado pela existência de aeroportos e aeródromos, na maioria das capitais de província e outras localidades específicas moçambicanas.

Moçambique tem uma rede de aeroportos que permite a deslocação rápida e segura para qualquer parte do País. Os aeroportos internacionais de Maputo, Beira e Nampula, são os únicos abertos ao tráfego internacional. O transporte aéreo nacional é assegurado pela companhia nacional LAM (Linhas Aéreas de Moçambique), tendo a companhia privada Air Corridor começado a operar para alguns destinos. Existem também outras transportadoras aéreas privadas que estabelecem ligações entre Maputo e os principais destinos turísticos do país.

No passado colonial (1936), o transporte aéreo era operado pela DETA - Direcção de Exploração de Transportes Aéreos, que após a independência passou a designar-se por LAM – Linhas Aéreas de Moçambique.

A criação da DETA tinha o objectivo de responder às necessidades, criadas pelas ligações ferroviárias já estabelecidas com os países vizinhos, nomeadamente a África do

Sul, Suazilândia, Malawi e Zimbabwe, visto que os gestores e outros utentes necessitavam de se deslocar para esses países, através do transporte aéreo. Inicialmente, esta empresa contava apenas com dois aviões, originando, desta forma, o transporte aéreo dentro do território Moçambicano. No entanto, após as negociações entre o governo de Moçambique e África do Sul, iniciaram-se, no mesmo âmbito, as carreiras internacionais entre Lourenço Marques (Maputo) e Joanesburgo. Devido ao colonialismo algumas atribuições da DETA eram condicionadas pelo monopólio exercido pela TAP - Transportes Aéreos Portugueses, na sua qualidade de empresa portuguesa concessionária. Para além disso a TAP possuía melhores condições de viagem e comodidade, ou seja possuía sistemas bem aprimorados para executar viagens de longo curso.

Após a Independência, em 1975, a DETA reformulou a sua estratégia e os seus objectivos, dedicando - se à actividade de transporte de passageiros, carga e correio. Este novo quadro de funcionamento da empresa levou ao surgimento de novas necessidades e à adopção de estratégias que levassem a cumprir em pleno os objectivos traçados e as exigências desta fase. No entanto, na década de 80 foram detectadas disfunções graves que impediam o bom funcionamento da empresa. Deste modo, após uma análise profunda a DETA extingue-se e foi criada a LAM.

A LAM começou a operar com a importante missão de prestar serviço público de passageiros, carga e correio a nível nacional, regional e intercontinental.

O crescimento do tráfego do transporte aéreo teve o seu expoente máximo, no ano de 1983, devido ao impacto que a guerra civil provocou sobre as vias de comunicação terrestres e a pouca disponibilidade do transporte marítimo para o transporte de passageiros.

Actualmente existem em Moçambique quatro companhias que operam a nível nacional nomeadamente LAM, *Air Corridor*, Moçambique Expresso e Transairways. Para além destas, a nível de voos internacionais, fazem parte do leque a TAP, a LAM, a Air Zimbabwe, a South African Airways e a Kenya Airways.

A instituição que gere este sector é designada por ADM - Aeroportos de Moçambique, E.P., que detém como principal objectivo, em regime de exclusividade, o estabelecimento e a exploração do serviço público de apoio à aviação civil. Ao todo a ADM, E.P. controla 19 aeroportos e aeródromos espalhados por todas as províncias do país.



Figura 15 – Localização dos Aeroportos e Aeródromos de Moçambique

3.1.2.3 Modo Rodoviário

Segundo Mate (2010) anos após a entrada em funcionamento dos Caminhos de Ferro de Moçambique, foram criados novos serviços de camionagem de automóvel, a 18 de Janeiro de 1930 por iniciativa da empresa CFM, com o intuito de responder às dificuldades que o sistema ferro-portuário vivia.

Estes transportes não só satisfaziam as necessidades dos CFM, como também ofereciam transporte rápido, seguro e económico. O que foi importante para o desenvolvimento agrícola e fomento do comércio, trazendo do interior para estações ferroviárias os produtos destinados ao abastecimento de mercados locais e a exportação por via marítima. Em consequência disto, era possível substituir com sucesso o transporte ferroviário quando o tráfego não era suficiente para o justificar. Além de satisfazer as necessidades dos transportes ferroviários e marítimos, a criação de empresas com frotas de camiões de grande tonelagem nas regiões Norte, Centro e Sul do país, contribuiu significativamente para o crescimento constante de carga transportada, visto que no passado esta actividade se concentrava particularmente nos transportes marítimos. A falta de navios de cabotagem implicava uma grande

dependência deste meio de transporte por parte dos agentes económicos com limitações de espaço e constante atraso de envio e recepção de mercadorias.

A rede de estradas classificadas de Moçambique, segundo a Administração Nacional de Estradas (ANE), é constituída por cerca de 30.000 quilómetros de estradas, dos quais apenas 20% são estradas pavimentadas. A rede de Moçambique, respeita a seguinte hierarquia: estradas primárias, estradas secundárias, estradas terciárias, estradas vicinais e estradas não classificadas.

Quadro 5 - Rede de Estradas Classificadas de Moçambique

Rede de Estradas Classificadas de Moçambique (Km)					
Província	Primária	Secundária	Terciária	Vicinais	Extensão Total
Maputo	323	169	557	547	1.596
Gaza	276	690	988	573	2.527
Inhambane	558	265	1.140	930	2.894
Manica	513	336	960	635	2.444
Sofala	584	554	847	389	2.375
Tete	530	1.186	833	392	2.941
Zambézia	1.001	698	1.552	995	4.246
Nampula	996	165	1.965	934	4.060
Cabo Delgado	675	337	1.609	824	3.444
Niassa	414	392	1.620	371	2.797
Extensão Total	5.870	4.792	12.071	6.590	29.324

(fonte: ANE, 2009)

Para além desta extensão, existe um número não conhecido de estradas não classificadas que incluem estradas urbanas e distritais.

No entanto, segundo a ANE com a implementação dos programas de reabilitação e manutenção de estradas no período de 1997 – 2007, foi possível reduzir a rede de estradas intransitáveis de 77% para 8% e aumentar a percentagem de estradas em condições boas e razoáveis de 7% para 69%.

Na próxima secção apresenta-se uma caracterização mais detalhada do Sector Rodoviário.

3.2 Caracterização do Sector Rodoviário

Para melhor se perceber a caracterização do Sector Rodoviário de Moçambique, convém compreender o sistema de estradas do país, ou seja, a sua hierarquia, bem como conhecer os tipos de transportes rodoviários predominantes no território.

3.2.1 Classificação das Estradas

Como já foi referido, a estrutura rodoviária em Moçambique, segue a seguinte hierarquia:

- Estradas Primárias;
- Estradas Secundárias;
- Estradas Terciárias;
- Estradas Vincinais.
- Estradas Não Classificadas.

As duas primeiras categorias constituem o grupo das Estradas Nacionais, as Estradas Terciárias e Vincinais constituem o conjunto de as Estradas Regionais. Esta hierarquia foi implementada em 2000, seguindo os critérios estabelecidos no Decreto-Lei nº 50/2000. Segundo este decreto-lei, este sistema de classificação de estradas tem como grande objectivo promover a funcionalidade das mesmas. Deste modo, cada tipo de estradas obedece a objectivos específicos:

- **Estradas Primárias** constituem a espinha dorsal da rede de estradas, estabelecendo a ligação entre as capitais provinciais e outras cidades, principais portos e principais postos fronteiriços.
- **Estradas Secundárias** são as que complementam a espinha dorsal da rede de estradas estabelecendo ligação entre as Estradas Primárias e centros económicos de elevada importância e postos fronteiriços. Por outro lado também permitem ligação entre as capitais provinciais e portos fluviais ou marítimos.
- **Estradas Terciárias** ligam as Estradas Secundárias a outras Estradas Secundárias ou Primárias. Por sua vez, também estabelecem ligação entre as sedes distritais e postos administrativos e centros económicos de elevada importância.
- **Estradas Vincinais** estabelecem a ligação entre as próprias Estradas Terciárias, e permitem também a ligação dos postos administrativos a outros centros populacionais. Isto implica que estas estradas estão localizadas em áreas sob a jurisdição dos postos administrativos, subdivisão administrativa dos distritos.

- **Estradas não classificadas**, como o próprio nome indica são todas aquelas que não constam da lista do sistema de classificação de estradas, incluindo as estradas municipais.

Este sistema de classificação foi estabelecido segundo normas estabelecidas pelas instituições Moçambicanas e é necessária uma autorização do ministério da tutela para alterar uma classificação ou classificar uma estrada não classificada.

3.2.2 Tipologias do transporte rodoviário

Em Moçambique, existem dois tipos de transporte rodoviário: o público e o particular.

Os serviços públicos de transporte de passageiros nas principais cidades de Moçambique são prestados essencialmente por pequenos operadores do sector privado que utilizam viaturas conhecidas por “chapas”, na sua maioria mini-autocarros de 15 lugares. Os “chapas”, também podem ser designados por táxis colectivos. Em Maputo e noutras grandes cidades, estes serviços são reforçados por empresas públicas que operam autocarros convencionais de maior dimensão, mas a parte do mercado que cabe aos operadores ‘formais’ é reduzida. As empresas públicas que prestam os serviços de transporte rodoviário público são:

- TPM (Transportes Públicos de Maputo, extinta em Julho de 2011)
- TPB (Transportes Públicos de Beira)
- TPN (Transportes Públicos de Nampula)

De salientar que a empresa TPM, a maior empresa de Transportes Públicos de Moçambique, inicialmente operava apenas na Província de Maputo. No entanto, segundo fontes do Jornal Notícias (Julho 2011), esta empresa extinguiu-se passando a uma empresa Municipal. Ou seja, os Municípios de Maputo e Matola começaram a partilhar os autocarros e encargos da empresa Transportes Públicos de Maputo. De acordo com a mesma fonte, a extinção da empresa TPM visou estabelecer condições legais para que os municípios de Maputo e de Matola conseguissem exercer a responsabilidade de gestão dos transportes públicos no âmbito da estratégia para o desenvolvimento do sistema de transportes.

No entanto, apesar de os “chapas” prestarem um serviço essencial, os autocarros grandes provavelmente seriam mais eficientes e mais adequados para um ambiente urbano moderno.

Segundo um estudo realizado pela *Nathan Associates Inc.* e financiado pela Agência Americana para o Desenvolvimento Internacional (USAID, 2006) , foi possível constatar que o actual sistema de transportes rodoviários presta serviços a um preço acessível, com uma intervenção mínima do governo e o único custo para o governo é o subsídio pago ao operador da empresa pública de transportes. No entanto, o estudo assinalou que os pequenos operadores não possuem as capacidades de gestão adequadas, nem têm acesso a crédito comercial e que muitos não conseguem respeitar planos de manutenção preventiva e outras rotinas, tornando-se as suas viaturas inseguras.



Figura 16 – Táxi colectivo ou “Chapa”

3.2.2.1 Caracterização do Transporte Público

O sistema de transportes públicos, tal como foi referido anteriormente, é dominado por operadores de sector privado, a maior parte dos quais possui apenas um ou dois “chapas”. Um dos operadores de autocarros do sector público possui uma frota de cerca de 40 autocarros grandes e disponibiliza 24 serviços (linhas). O sistema é semelhante ao dos outros sistemas existentes em muitas cidades africanas. Uma empresa pública “não saudável” presta um serviço muito limitado, enquanto que as viaturas de menor dimensão (os “chapas”) funcionando numa base amplamente informal prestam todos os restantes serviços de forma complementar. O sistema funciona na medida em que quase todos têm acesso aos transportes públicos, mas o serviço é insatisfatório em muitos aspectos, tendo sido correctamente descrito como “um serviço pobre para pessoas pobres.” Os principais problemas do actual sistema incluem tarifas elevadas, serviços de má qualidade, viaturas em mau estado de manutenção e operação, bem como receitas inadequadas para os operadores.

3.3 Caracterização Socioeconómica e Sociodemográfica

De acordo com o último censo geral da população realizado em 2007, a população total de Moçambique está estimada em cerca de 20,3 milhões de habitantes, distribuída pelas 10 províncias, contra os 16,1 milhões de habitantes estimados em 1997. Estes dados indicam que houve um crescimento de cerca de 27,7% da população em 10 anos.

A grande maioria da população vive no meio rural, proporcionando este meio 80% de actividade económica e emprego para a população economicamente activa. Apenas um terço da população total é urbano, o que faz com que Moçambique seja considerado um dos países menos urbanizados do mundo. Prevê-se uma inversão desta situação ao longo dos próximos anos. Assim, as projecções relativas a 2025 apontam para que 56% dos habitantes (de um total de 30,8 milhões) venha residir em espaços urbanos.

Segundo o documento: “Dossier de Mercados – Moçambique” (2010) elaborado pela AICEP, a população activa é de aproximadamente 10 milhões de pessoas, das quais 50% são mulheres e 80% da população trabalha nos sectores da agricultura, pescas e floresta. O emprego no sector formal é constituído por apenas, cerca de 500.000 trabalhadores.

A emigração de trabalhadores moçambicanos para a África do Sul tem sido um fenómeno muito frequente, nomeadamente para o trabalho nas minas. Estudos feitos sobre as migrações, dizem que cerca de um milhão de moçambicanos trabalham na África do Sul.

As províncias da Nampula (4.005.369 habitantes) e Zambézia (3.849.455 habitantes) são as que possuem maior população, totalizando as duas cerca de 40% da população do total do país. A distribuição da população por província é bastante irregular. A título de exemplo, a província do Niassa, por sinal a maior do país, ocupando 16 % do território, é a que apresenta a menor densidade populacional com cerca de 9 hab/km², enquanto a Província de Maputo, por sinal a menor, apresenta a maior densidade com 97 hab/km² (ver Quadro 6).

A densidade demográfica do país é baixa, excepto para as Províncias de Maputo, Nampula e Zambézia, onde os valores são quase o dobro do das restantes províncias.

Quadro 6 – Densidade Populacional de Moçambique, Censos 2007

Província	Superfície		População		Densidade (hab/km ²)
	km ²	%	Total	%	
Niassa	129.405	16	1.170.783	6	9
Cabo Delgado	78.009	10	1.606.568	8	20
Nampula	78.300	10	4.005.369	20	51
Zambézia	103.009	13	3.849.455	19	37
Tete	100.872	13	1.783.967	9	18
Manica	62.393	8	1.412.248	7	23
Sofala	67.758	9	1.642.920	8	24
Inhambane	68.778	9	1.271.818	6	18
Gaza	75.472	9	1.228.514	6	16
Maputo	23.661	3	2.300.524	11	97
Total	787.749	100	20.272.166	100	313

(fonte: INE, 2007).

A agricultura ocupa um lugar de destaque na economia nacional e no PIB com uma contribuição anual de aproximadamente de 26%. Em termos da situação económica nacional, a agricultura continua a desempenhar um papel importante como fonte de rendimento e de trabalho da grande maioria da população rural, sendo responsável por 80% do emprego. Segundo as estimativas da FAO (Organização de Agricultura e Alimentação das Nações Unidas), elaboradas no “Dossier de Mercados – 2010” pela AICEP, indicam que apesar de o país possuir um bom potencial agrícola, o nível de utilização da terra arável é muito baixo, correspondendo a cerca de 5 milhões de hectares contra os 36 milhões de terra cultivável disponível. No entanto, o contributo da agricultura para o crescimento económico do país, tem sido instável, dependendo bastante de questões climáticas. A produtividade é baixa e os níveis de produção anuais são muito variáveis, em resultado duma agricultura de subsistência, da falta de armazenamento das águas pluviais e irregularidade das chuvas. A falta de infra-estruturas limita igualmente a distribuição (80% das famílias rurais pratica o auto-consumo).

Existem também agricultores, que produzem sobretudo para os mercados externos e que estão normalmente associados a investimento directo estrangeiro - é o caso das grandes produções de tabaco, cana-de-açúcar, algodão, chá e castanha de caju. As culturas de

rendimento tiveram um acréscimo muito considerável nos últimos anos, com a entrada no país de importantes fluxos de investimento estrangeiro.

As principais culturas de exportação são o tabaco (5% do valor das exportações em 2008), o açúcar (2,7%), o algodão (1,8%) e a castanha de caju (0,5%).

Como cerca de 80% da população é rural e têm como principal actividade económica a agricultura, a sua sobrevivência está cada vez mais dependente dos recursos naturais. Os recursos florestais, faunísticos, marinhos e costeiros dão uma contribuição significativa tanto no Produto Interno Bruto (PIB) como na economia das famílias rurais. Estimativas do Ministério da Agricultura indicavam que no período 1996-2001 a contribuição do sector de florestas e fauna bravia no PIB era de cerca de 4%.

O turismo ainda não está devidamente explorado, apesar do grande potencial que Moçambique apresenta, o qual tem atraído um volume grande de investimentos nos últimos anos. Contudo, a contribuição do turismo para o PIB é ainda pequena apesar dos sinais positivos que se têm verificado, traduzidos no aumento do volume de negócios, de turistas, de complexos e produtos turísticos. Em 2002 a contribuição do Turismo para o PIB estava estimada em cerca de 1,2%, valor relativamente baixo se comparado com alguns países da região, como a África-do-Sul, onde o turismo contribui com cerca de 8% do PIB. Segundo o relatório elaborado pela AICEP, em 2010, actualmente o sector de turismo tem contribuído para o PIB cerca de 2,5%.

A localização geográfica e a beleza natural do país colocam-no numa situação privilegiada e competitiva no mercado turístico africano. No entanto, o desenvolvimento deste sector enfrenta alguns entraves, nomeadamente as deficientes condições a nível de infra-estruturas de transportes, de instalações sanitárias e do abastecimento de água, para além dos elevados preços das viagens, tornando o país pouco acessível aos mercados da Europa e do Ocidente.

Segundo o Documento “Dossier de Mercados” elaborado pela AICEP em 2010, para Moçambique, o governo moçambicano prevê investir em três anos (2010-2013) cerca de 11 milhões de euros na nova campanha da marca Moçambique, que vai incidir na promoção turística. O Ministério do Turismo, em parceria com os operadores turísticos, desenvolveu um plano e estratégia de marketing que contempla acções imediatas de modo a proporcionar a divulgação de Moçambique como destino emergente, com características únicas e exóticas a nível internacional, colocando o país como um destino competitivo para o turismo, negócios e investimentos.

Quadro 7 – Indicadores do Turismo em Moçambique

	2003	2004	2005	2006	2007
Visitantes^a (10³)	726	711	954	1 095	1 259
Dormidas^b (10³)	254	403	389	518	872
Receitas^c (10⁶ USD)	106	96	138	145	163

Notas:

- (a) - Chegadas de visitantes não residentes.
- (b) – Inclui apenas o número global de dormidas na hotelaria.
- (c) – Não inclui as receitas de transporte.

(fonte: World Tourism Organization, 2008).

Com base nos dados disponibilizados pela *World Tourism Organization*, em 2007 Moçambique recebeu aproximadamente 1,3 milhões de visitantes (não residentes), o que correspondeu a um crescimento de 15% relativamente a 2006, sendo que 83% do total de visitantes são oriundos do continente africano, 5% da Europa e 1,5% do continente Americano.

Um dos objectivos do governo de Moçambique é a de elevar o contributo do turismo no Produto Interno Bruto dos actuais 2,5% para 4%, nos próximos cinco anos.

Segundo os resultados facultados pelo INE, dos últimos Censos realizados em 2007, a taxa de analfabetismo no país está estimada em cerca de 51,9 %, sendo esta taxa maior no meio rural (65,5 %) comparativamente ao meio urbano (26,3 %). O índice de analfabetismo é maior nas mulheres (66,7 %) em relação aos homens (34,3 %).

A taxa de desemprego, de acordo com a definição nacional, estava estimada em 18,7 % entre 2004-2005, com a cidade de Maputo a apresentar a maior taxa (40 %) e a província de Cabo Delgado a menor (10,9 %). A taxa de desemprego naturalmente é elevada nos meios urbanos comparativamente ao meio rural.

O índice de incidência da pobreza absoluta em 1997 estava estimado em cerca de 69,4% tendo baixado para 54,1% em 2005. Desde 2006 está em curso o PARPA II (Plano de Acção para a Redução da Pobreza Absoluta) sendo o principal objectivo, até 2009, a redução do índice de incidência da pobreza de 54,1% para cerca de 45%.

A economia moçambicana cresceu 8,4% nos primeiros quatro meses de 2011, de acordo com a informação divulgada pelo O Jornal Económico (OJE) a Junho de 2011, segundo

as últimas estatísticas divulgadas pelo Banco de Moçambique, que assinalam um abrandamento relativamente ao mesmo período de 2010. No último ano, verificou-se um crescimento de 8,7% nos primeiros quatro meses, mas os números agora alcançados continuam acima das previsões do Governo, que apontavam para uma expansão de 7,4% em todo o ano de 2011. Ainda segundo a mesma fonte anteriormente mencionada, o sector terciário, nomeadamente transportes, comunicações, serviços financeiros e restauração, teve o melhor comportamento no período, com um crescimento global de 10,7%. O sector primário cresceu apenas 1,3% e o secundário expandiu-se 8,9%, graças ao bom desempenho da agricultura e pescas.

3.4 Perspectivas futuras para o Sector dos Transportes

O sector dos transportes tem sido parte integrante da economia moçambicana. As infra-estruturas rodoviárias e ferroviárias permitem o acesso aos países vizinhos sem linha de costa, através do porto de Nacala (Malawi), Beira (Zimbabwe) e Maputo (parte nordeste da África do Sul).

A integração dos caminhos-de-ferro, estradas e portos ainda não é uma realidade em Moçambique, embora se tenha feito um esforço para uma integração entre caminhos-de-ferro e portos, com a criação dos Corredores de Nacala, Beira e Maputo. A exploração do Corredor de Nacala, que estabelece a ligação entre Malawi e porto de Nacala, está entregue ao sector privado através dum contrato de concessão com a Sociedade de Desenvolvimento do Corredor de Nacala (SDCN), uma parceria de empresas americanas, portuguesas e moçambicanas, cujo contrato foi assinado em 2005. Esta linha encontra-se subaproveitada, embora existam perspectivas de crescimento a médio prazo, que podem vir a implicar a ligação de Moçambique a Angola e ao Congo, através da Zâmbia e do Malawi. Em Junho de 2009 o Banco Africano de Desenvolvimento concedeu um empréstimo a Moçambique e ao Malawi com o objectivo de desenvolver o corredor de Nacala (1.033 km) para a Zâmbia. Esta linha transporta cerca de 1 milhão de toneladas/ano.

O Corredor da Beira tem sido alvo de investimentos para a reabilitação das linhas para o Zimbabwe e para Moatize e do ramal de Marromeu (linha do Sena). Também foram investidos valores elevados para aumentar as instalações de armazenamento e foi feita a dragagem do porto da Beira. Apesar disso, o assoreamento contínuo do porto e a crise no Zimbabwe causaram um declínio significativo do tráfego neste corredor, mas graças

aos novos projectos de extracção de carvão na província de Tete, a situação tem vindo a melhorar, estimando-se um tráfego de cerca de 2 milhões de toneladas/ano. Estão em curso obras de recuperação da linha do Sena, que liga Moatize ao porto da Beira (onde está a ser construído um terminal destinado ao carvão). Tal como no caso anterior, este “corredor” tem concessões privadas (capitais indianos para o caminho-de-ferro e holandeses para o porto).

O Corredor de Maputo é constituído por uma auto-estrada que liga Maputo à República da África do Sul, cuja concessão foi entregue a um consórcio (*Trans-African Concessions*) liderado pela empresa francesa Bouygues. Outra componente é a linha de caminho-de-ferro que liga directamente o porto de Maputo a Ressano Garcia (fronteira Moçambique/África do Sul). A concessão do porto de Maputo, foi entregue a um consórcio privado liderado pela companhia inglesa Merseyside Docks sendo constituído, ainda, por empresas sul-africanas, suecas, portuguesas e moçambicanas. O volume de transporte de mercadorias ronda os 8 milhões de toneladas/ano.

A circulação dentro do país é feita com muitas dificuldades, devido ao mau estado das estradas principais e secundárias. No entanto, estão a ser desenvolvidos grandes esforços na recuperação dos eixos principais, nomeadamente:

- Maputo/Beira;
- Beira/Quelimane;
- Quelimane/Nampula;
- Nampula/Nacala/Ilha de Moçambique;
- Nampula/Cabo Delgado;
- Beira/Zimbawe.

Contando com os donativos internacionais, esteve em execução o Programa Integrado do Sistema de Estradas (PRISE), o qual decorreu entre 2007 e 2011, e cujo objectivo consistiu em melhorar as ligações rodoviárias com o interior. Para além da reabilitação de diversas estradas (primárias, secundárias e terciárias), o Governo tem vindo a adjudicar a construção de algumas pontes, nomeadamente sobre o rio Zambeze (ponte Armando Emílio Guebuza, já construída), a ponte sobre o rio Zambeze em Tete, e a ponte em Maputo que estabeleça a ligação entre Maputo e Catembe, ainda em fases de projecto, facilitando a ligação entre o Norte e o Sul do país.

O transporte marítimo costeiro começou a ter um bom desempenho após a abertura do sector a operadores privados, nomeadamente entre os portos de Maputo, Beira, Quelimane, Nacala e Pemba. No entanto, apenas o porto de Maputo possui condições

para navios de carga internacionais de maior porte. Os portos do Norte e Centro do país são essencialmente de cabotagem, no entanto existe a possibilidade de construir um porto de águas profundas na Beira. Existe ainda um projecto para a construção de um outro porto de águas profundas em Matutuine, na província de Maputo, tendo por objectivo o escoamento do carvão vindo da África do Sul e do Botswana, para exportação, permitindo ainda efectuar o transporte de petróleo refinado, a partir de uma unidade de refinação de crude a construir na mesma área.

O transporte aéreo perdeu alguma importância perante a possibilidade de circulação rodoviária após o fim da guerra, tendo vindo o transporte rodoviário a aumentar substancialmente. Mas os diversos projectos de desenvolvimento com financiamento externo, e mais recentemente os projectos privados para o sector mineiro e agrícola, fizeram crescer de novo a procura do transporte aéreo, conduzindo ao lançamento duma nova companhia privada - “Air Corridor” -, a qual faz apenas voos regulares internos e se encontra sediada em Nampula.

A Autoridade dos Aeroportos de Moçambique (ADM) tem vindo a desenvolver projectos de reabilitação e expansão dos aeroportos do país. Para além deste, o país conta ainda com aeroportos internacionais na Beira, Pemba, Quelimane, Tete, Vilankulos e Ponta Douro, no entanto os voos apenas são efectuados para países vizinhos.

3.5 Súpula do Capítulo

O Sector dos Transportes constitui um factor decisivo para o desenvolvimento económico de um determinado país. Deste modo, é indispensável o provimento de uma rede de transportes bem estruturada, de modo a proporcionar uma boa integração a nível sectorial e regional, em toda a estrutura produtiva, resultante dos ganhos de competitividade obtidos do sistema económico do país

Este Capítulo teve como principal objectivo promover a caracterização da Rede Rodoviária Moçambicana, bem como descrever o Sector de Transportes em Moçambique. Para além disto, convém também conhecer a situação socioeconómica e sóciodemográfica do país, como forma de perceber o perfil do mesmo.

Moçambique localiza-se a Sudeste do continente africano, administrativamente divide-se em dez províncias, nomeadamente: Maputo, Gaza, Inhambane, Sofala, Manica, Tete, Zambézia, Nampula, Niassa e Cabo Delgado. Cada província moçambicana tem a sua respectiva capital provincial. Por sua vez as províncias subdividem-se em distritos. No total, Moçambique é composto por 128 distritos.

Os principais modos de transportes que constituem o Sector dos Transportes são o Rodoviário, Ferroviário, Marítimo e Aéreo. A rede de estradas classificadas de Moçambique, segundo a Administração Nacional de Estradas (ANE), é constituída por cerca de 30.000 quilómetros de estradas, dos quais apenas 20% são estradas pavimentadas. A rede de Moçambique, respeita a seguinte hierarquia: estradas primárias, estradas secundárias, estradas terciárias, estradas vicinais e estradas não classificadas.

Moçambique é um país extenso, cuja principal actividade económica é a agricultura. O transporte rodoviário é o principal modo de transporte terrestre, garantindo a mobilidade de passageiros e cargas, e constituindo também o meio de acesso aos restantes modos de transporte. Como consequência, as estradas são infra-estruturas de transporte que suportam um dos principais esforços de investimento do país.

A localização geográfica de Moçambique, a extensa linha costeira e o facto de fazer fronteira com países com dimensão económica significativa no contexto da região da África Austral, constituem alguns dos pontos fortes da economia, porventura ainda por explorar plenamente.

A grande maioria da população vive no meio rural, proporcionando este meio 80% de actividades económicas e emprego para a população economicamente activa. Somente um terço da população total é urbano, o que faz com que Moçambique seja considerado um dos países menos urbanizados do mundo.

O sector dos transportes tem sido parte integrante da economia moçambicana. As infra-estruturas rodoviárias e ferroviárias permitem o acesso ao mar dos países vizinhos sem linha de costa, através do porto de Nacala (Malawi), Beira (Zimbabwe) e Maputo (parte nordeste da África do Sul).

A integração dos caminhos-de-ferro, estradas e portos ainda não é uma realidade em Moçambique, embora se tenha feito um esforço para uma integração entre caminhos-de-ferro e portos, com a criação dos Corredores de Nacala, Beira e Maputo.

Infelizmente, a circulação dentro do país faz-se com bastantes dificuldades, em virtude do mau estado das estradas principais e secundárias, embora estejam a ser desenvolvidos grandes esforços na recuperação dos eixos principais.

4 Construção do Modelo da Rede Rodoviária

4.1 Introdução

A obtenção e quantificação de dados traduzem o processo utilizado para a criação de inventários de dados rodoviários que permitem a construção de modelos que simulam o funcionamento da rede rodoviária, permitindo o subsequente desenvolvimento de análises de acessibilidade, actualmente com o recurso a um Sistema de Informação Geográfica (SIG) com capacidades de geoprocessamento e de análise de redes de transportes através de impedâncias.

O processo para quantificar os dados e inventariar a rede de Moçambique, passou por um conjunto de quatro passos, nomeadamente:



Para perceber melhor estas quatro etapas segue-se uma breve descrição de cada uma delas.

4.2 Recolha de dados - inventários

O processo de planeamento de transportes, bem como a análise das acessibilidades exige, em geral, uma quantidade grande de informação. Não apenas aquela que está relacionada com os próprios sistemas de transportes, mas também as que estão associadas às questões socioeconómicas e demográficas, relacionadas com a geração da procura de transporte.

Para efectuar a análise das acessibilidades da Rede Rodoviária de Moçambique, elaborou-se um modelo para análise de acessibilidades, com recurso a um Sistema de Informação Geográfica (SIG), neste caso utilizando a ferramenta ArcGis. Como já foi

referido, este modelo inclui diferentes tipos de informação base, quer relativa à rede rodoviária, quer relativamente à distribuição demográfica e às variáveis socioeconómica.

Para a construção dos modelos desenvolvidos contribuiu significativamente a colaboração de duas instituições moçambicanas, a ANE (Administração Nacional de Estradas) e o CENACARTA², que facultaram os seus inventários de informação sobre a rede rodoviária moçambicana, a qual incluía os arcos da rede rodoviária, em formato *shapefile*.

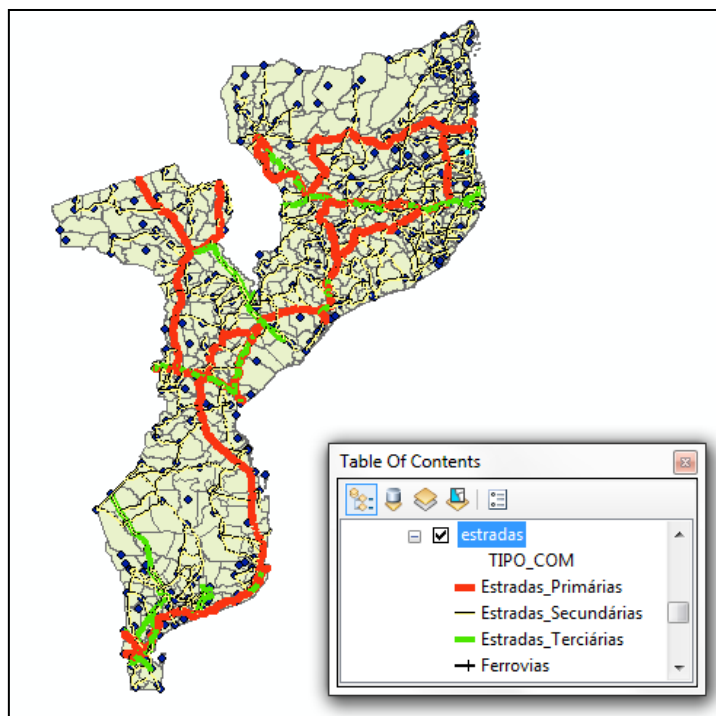


Figura 17 – Rede Rodoviária de Moçambique (fonte: CENACARTA, 1997 – 1999)

Apesar de a informação fornecida conter algumas lacunas e estar longe de poder vir a formar, *per si*, um modelo funcional da rede de estradas, os dados cedidos pelas duas instituições foram de grande utilidade na construção dos modelos de rede. Dessa forma os trabalhos de criação do modelo da rede rodoviária puderam ser iniciados a partir destas boas bases de trabalho.

A rede facultada pelo CENACARTA continha apenas informação relativa a Estradas Primárias, Secundárias e Terciárias. A mesma rede também possuía uma *layer* sobre as ferrovias. Os dados fornecidos pela CENACARTA eram referentes à rede no ano de

² CENACARTA – Centro Nacional de Cartografia e Teledetecção – serviço público moçambicano especializado no tratamento de informação geográfica.

1997-1999, pelo que já estão um pouco ultrapassados e a precisar de diversos tipos de actualizações.

Por outro lado, os dados fornecidos pela ANE, representam um inventário mais elaborado, constituído por todas as estradas que fazem parte da Classificação de Estradas de Moçambique. Estes dados reflectem a situação actual em termos de infra-estruturas rodoviárias, ou seja, estão relativamente actualizados.

Após análise detalhada de ambas as fontes, optou-se por utilizar como base de trabalho o inventário rodoviário fornecido pela ANE, devido à sua maior extensão e actualização mais recente.

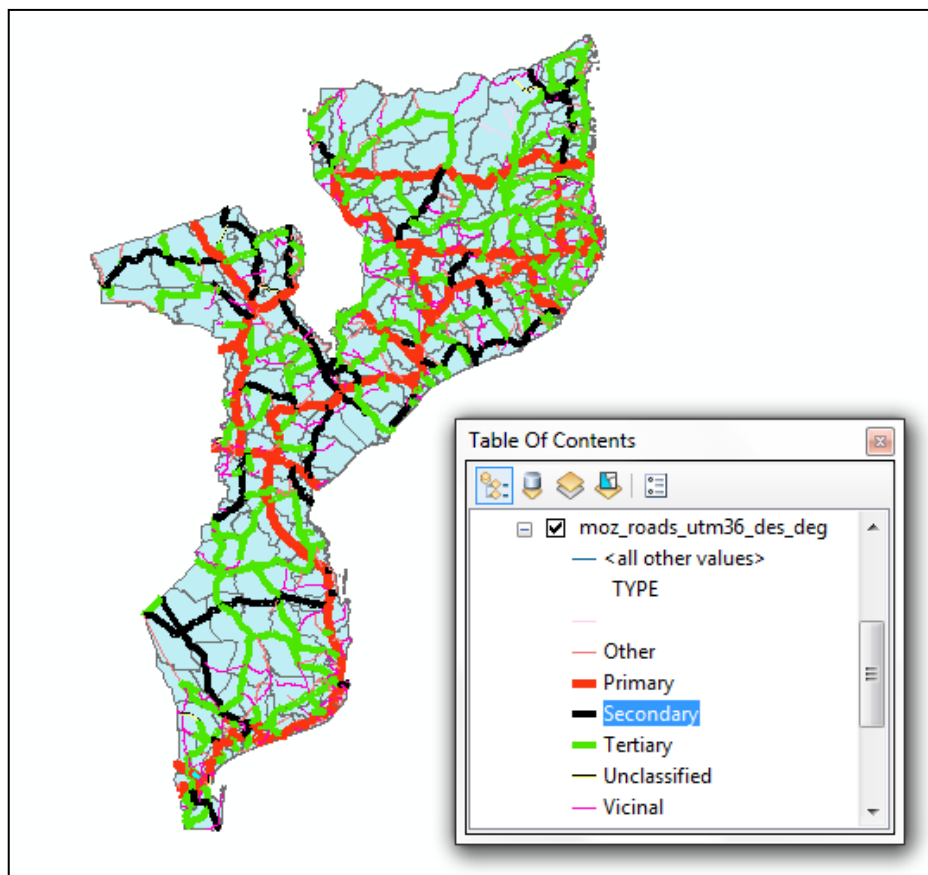


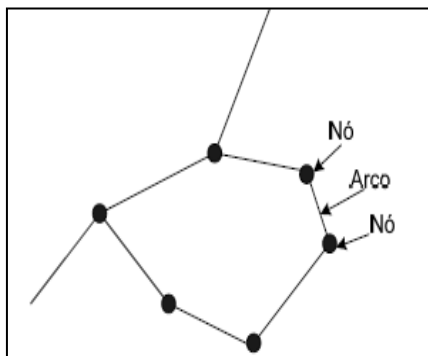
Figura 18 – Rede Rodoviária de Moçambique (Fonte: ANE, 2007 – 2011)

Relativamente aos dados estatísticos de Moçambique, nomeadamente número total de habitantes por província e distrito, bem como o valor do PIB, estes dados foram conseguidos através do Portal de Estatística do INE (Instituto Nacional de Estatística) de Moçambique, em suporte digital.

4.3 Topologia

Com base no inventário fornecido pela ANE procede-se então à criação do modelo da rede rodoviária nacional de Moçambique. Primeiro, efectuam-se as correcções topológicas necessárias e as correcções dos arcos com falhas de geometria. De seguida procede-se à criação do modelo de rede e depois da rede estar a funcionar verificam-se as falhas de conexão que persistirem e procede-se à calibração da mesma (através de acertos de velocidades) para que as impedâncias, neste caso o tempo de viagem, sejam próximas da realidade e os resultados obtidos sejam verosímeis.

Nos Sistemas de Informação Geográfica, para garantir a integridade dos dados é importante utilizar e aplicar regras topológicas. A topologia é utilizada fundamentalmente para garantir a qualidade dos dados e para permitir a execução de algumas funções de análise espacial (por exemplo, a procura do caminho mais curto entre 2 pontos de uma rede de estradas).



Um modelo de dados topológico representa os objectos espaciais (ponto, linha e polígono) tendo subjacente um grafo composto por nós e arcos. Um garfo não é mais do que um conjunto de pontos ou vértices interligados entre si por uma linha. Na interface do SIG, um arco (troço de uma estrada) é definido por dois nós, e o ponto de intersecção entre dois arcos origina sempre um nó.

Nos Anexos I, da presente Dissertação é feito um resumo detalhado das noções bases sobre a Topologia. E para uma melhor compreensão, convém também consultar o documento Arc Gis 10 – Desktop Help.

A construção do modelo base da Rede Rodoviária Nacional de Moçambique baseou-se nos dados do inventário sobre a Rede Rodoviária de Moçambique gentilmente facultado pela ANE. A partir deste inventário, foram efectuadas diversas correcções e posteriormente foi aferida a topologia do tema relativo aos arcos de vias. Foram efectuadas diversas correcções pois inicialmente apresentava alguns erros de topologia, nomeadamente arcos sobrepostos, arcos que não estavam ligados entre si através de nós, e arcos que se encontravam isolados sem qualquer ligação a outros arcos existentes.

Na figura apresentam-se os erros de topologia detectados nas primeiras análises efectuadas através da ferramenta SIG *ArcMap* da ESRI. Estes erros relacionados estão relacionados com a topologia da rede, portanto são portanto erros de estruturação dos arcos, com base em regras definidas através de linhas e pontos. As regras utilizadas são as seguintes:

- ***Must not have dangles***
- ***Must not have pseudos***
- ***Must not overlap***

Seguidamente, apresenta – se uma breve descrição destas regras de topologia, tendo por base o documento Arc Gis 10 – Desktop Help.

➤ **Breve descrição das Regras**

- ***Must not have dangles*** – Não devem existir arcos com “pontas soltas”, ou seja, com extremos isolados. Esta regra exige normalmente que, um determinado arco deve estar ligado a um outro arco, através de um nó (node). Um arco que não esteja ligado a outro arco, ou seja, que contenha uma ponta solta pode ser considerado como “dangle” (resto). É uma regra que é utilizada quando os arcos devem formar circuitos fechados ou polígonos. Também pode ser utilizado em casos onde os arcos normalmente se conectam a outros arcos, como por exemplo em ruas. No entanto, existem certas excepções onde esta regra pode não ser cumprida é caso de segmentos de rua sem saída.

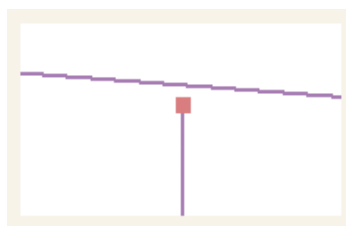


Figura 19 – Regra Topológica *must not have dangles* (fonte: Arc Gis 10, Desktop Help)

- ***Must not have pseudos*** - Esta regra, define que um determinado arco para se conectar a outro arco, deve ser feito através das extremidades de cada um dos arcos. Os arcos ou segmento de arcos que se conectam a outros arcos são considerados por ter pseudos. Trata –se de uma regra que é utilizada quando os

arcos devem formar circuitos fechados, é o caso para quando definem limites de polígonos.

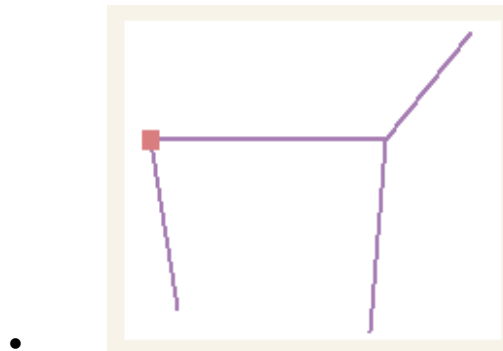


Figura 20 – Regra Topológica *must not have pseudos* (fonte: Arc Gis 10, Desktop Help)

- **Must not overlap** - Não deve haver sobreposição entre arcos. No fundo esta regra, exige que um arco de uma determinada *feature class* não deve sobrepor – se com um outro arco, seja ele da mesma *feature class* ou não. Esta regra é utilizada quando a característica de um determinado arco, não pode partilhar o mesmo espaço com um outro arco. Por exemplo, as estradas não devem sobrepor – se com ferrovias ou não pode haver segmentos de estradas coincidentes.

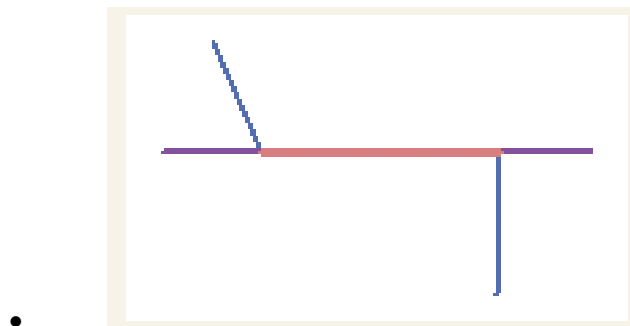


Figura 21 Regra topológica *must not overlap* (fonte: Arc Gis 10, Desktop Help)

Nos dados originais facultadas pela ANE, foram encontrados os seguintes erros de topologia, tal como se pode verificar na figura abaixo.

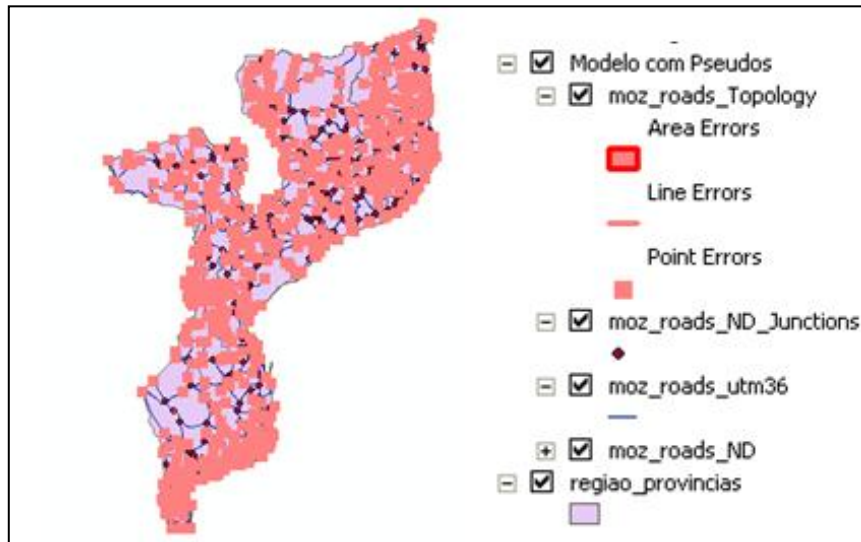


Figura 22 – Erros de topologia nos dados originais da ANE

De seguida apresentam-se em pormenor alguns exemplos dos erros de topologia detectados no inventário de arcos cedido pela ANE, nomeadamente: sobreposição de arcos, arcos sem ligação estabelecida e arcos isolados.

- **Sobreposição entre arcos**

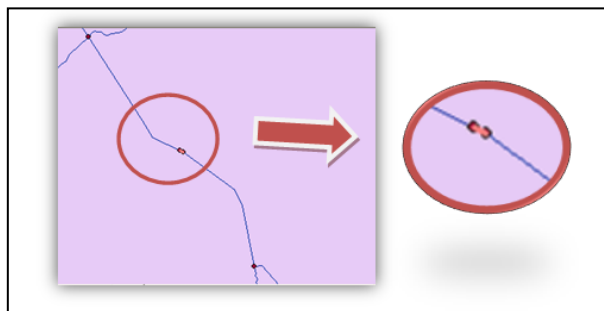


Figura 23 – Exemplo de sobreposição entre arcos

- Erro de entrecruzamento de arcos (arcos sem ligação estabelecida)

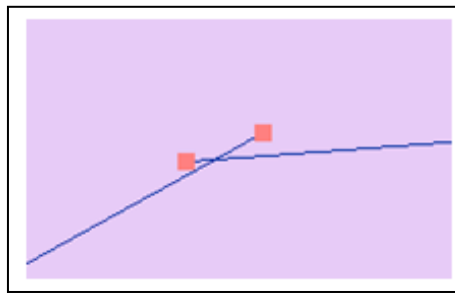


Figura 24 – Exemplo de arcos sem ligação estabelecida

- Arcos Isolados

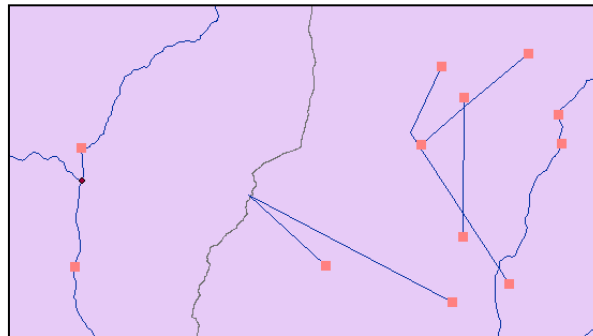


Figura 25 – Exemplos de Arcos Isolados

Após a identificação dos erros, é necessário corrigi-los para transformar o inventário de arcos num conjunto coerente de arcos, obedecendo a regras topológicas próprias das redes de transportes e assim não causar futuros problemas de modelação e de incorrecção das análises.

No software *ArcMap* essa correcção é feita com o auxílio da barra de ferramentas *Topology* e as ferramentas *fix topology* e *error tool*, que ajudam a seleccionar os erros, bem como o comando *error inspector* que dá informação sobre qual a regra topológica que não foi cumprida. Também se pode marcar erros como excepções à regra, esta opção foi, por exemplo, aplicada nos arcos da rede correspondentes às extremidades não ligadas da mesma. Por fim, é importante validar as correcções topológicas efectuadas com as opções de validação existentes na barra de ferramentas *Topology*.

Seguidamente, mostram-se alguns exemplos de correcções dos erros de topologia encontrados, bem como a estrutura final do inventário dos arcos com a topologia corrigida.

- **Correcção da Sobreposição entre Arcos**

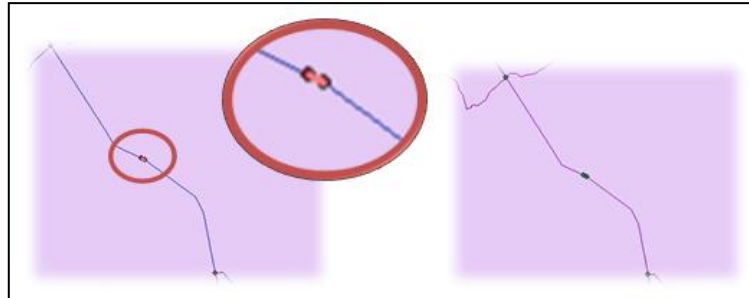


Figura 26 - Correcção da sobreposição entre arcos

- **Correcção do entrecruzamento de Arcos**

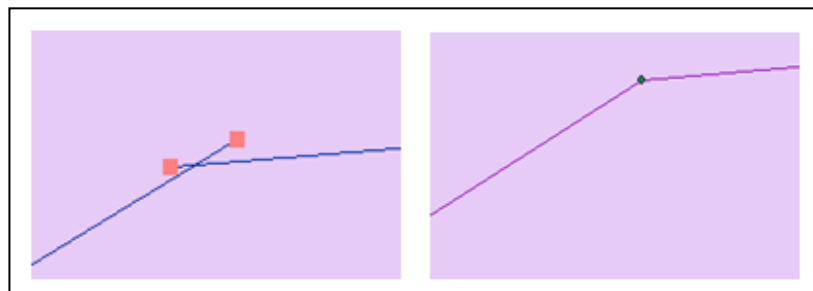


Figura 27 – Correcção do entrecruzamento de arcos

- **Aspecto final da Rede Rodoviária, após a correcção dos erros de topologia.**

Após a correcção total da topologia, obtém-se um inventário de arcos topologicamente estruturado, obedecendo às regras previamente definidas. Com base nesse inventário (um tema ou *feature class* de arcos) e recorrendo ao comando *Build Network DataSet* do *ArcGIS* (cujas análises detalhadas saem fora do âmbito deste trabalho), constrói-se um primeiro protótipo do modelo da rede rodoviária. Esse protótipo estará apto a efectuar testes e análises preliminares, a partir do momento em que façamos a definição dos seus campos de impedância, que podem ser a distância ou o tempo de viagem.

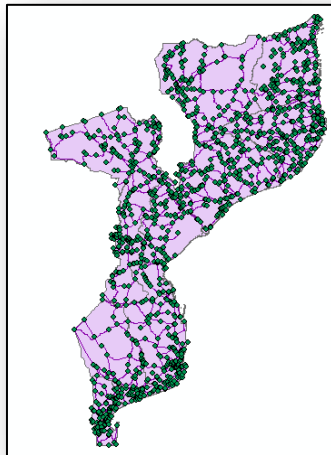


Figura 28 – Estrutura final do inventário dos arcos com a topologia corrigida

Este primeiro modelo permite identificar caminhos mínimos (bem como fazer as restantes análises, apesar de nesta altura a sua execução não ter interesse, a não ser como técnicas de validação da rede) e avaliar da qualidade dos mesmos, quer em termos de adesão à realidade, quer eventualmente em termos de atributos da rede (percursos, tempos de viagem e distâncias, por eventual confrontação com outros modelos, como o *Google Earth*, ou com inquéritos no terreno. Desta forma, próximo passo será o da validação global com base na confrontação com outros resultados e dados obtidos, quer a partir de Moçambique³, quer de outras fontes disponíveis.

4.4 Correção de arcos

O inventário dos arcos com a topologia corrigida é composto por cerca de 1.461 arcos, no formato de *Polyline* (linhas poligonais). A hierarquia inicialmente proposta pela ANE foi mantida, sendo a seguinte:

- Estradas Primárias;
- Estradas Secundárias;
- Estradas Terciárias;

³ A autora esteve em Moçambique cerca de 15 dias, no final de Agosto de 2011, nos quais efectuou diversos inquéritos informais e entrevistas a técnicos da ANE e outros peritos na área rodoviária nas quais tentou recolher o maior número possível de informações e dados que permitissem a validação das configurações da rede rodoviária e a sua posterior calibração fina.

- Estradas Vicinais;
- Não Classificadas;
- Outras Estradas.

Dando continuidade às correcções iniciadas com a definição da topologia e através da criação do primeiro protótipo da rede rodoviária, verificou-se o surgimento de outro tipo de desconformidades, como por exemplo, os tempos de percurso entre Matola e Xai-Xai que não estavam de acordo com a realidade.

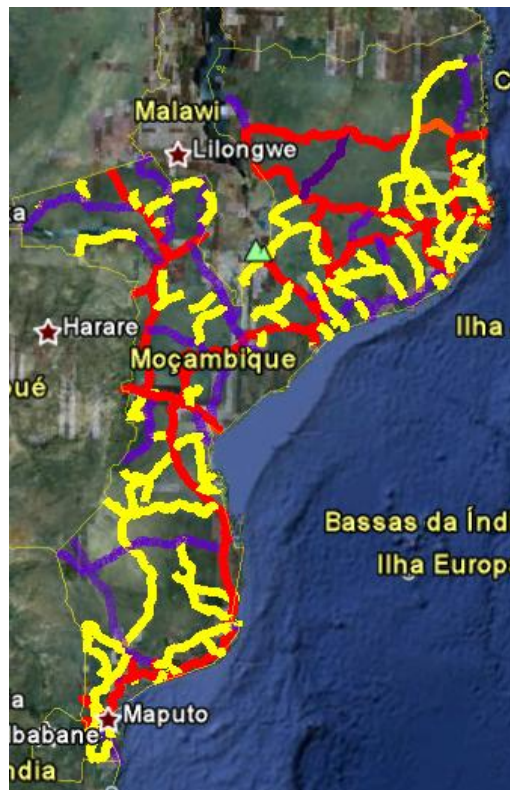


Figura 29 – Rede Rodoviária de Moçambique, (fonte: visualização de dados da autora em Google Earth, 2011)

Para tal chegou-se a duas conclusões: ou os percursos de algumas estradas não estavam correctos nos dados originais da ANE, o que podia ser verificado ao serem sobrepostos aos *Basemaps* (cartografia digital integrada directamente no sistema SIG), inseridos como “pano do fundo” no ambiente do *ArcMap*; ou então havia problemas graves nas velocidades de cada troço e tipo de estrada que levavam a alterações radicais dos percursos.

Assim, optou-se numa primeira fase por verificar se todas as estradas possuíam o mesmo percurso dos *BaseMaps*. Para tal, fez-se um levantamento manual das estradas tipo Primárias, Secundárias e Terciárias com base no *Google Earth* e estas vias foram exportadas para o *ArcMap* para serem confrontadas com o inventário de vias baseado nos dados da ANE. Não se procedeu da mesma forma com as restantes vias, devido à falta de tempo e por se tratar de um trabalho académico, admitindo-se assim como boas as restantes configurações recebidas da ANE.

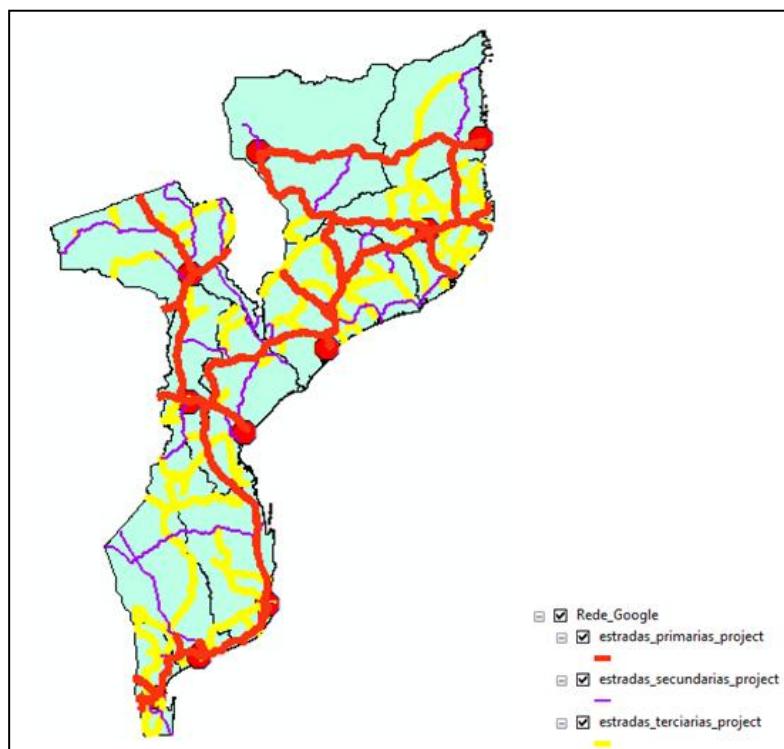


Figura 30 – Percursos importados a partir do *Google Earth*, para verificações do inventário de arcos da ANE

A plataforma do *ArcMap* permite importar os dados do *Google Earth*, que estejam em formato *KMZ* ou *KML* (*Keyhole Markup Language*), para qualquer documento do *ArcMap*. Isto porque, *Keyhole Markup Language* é uma linguagem baseada em *XML* fornecido pelo *Google* para definir a visualização gráfica dos dados espaciais em aplicações como o *Google Earth* e *Google Maps*. O *KML* permite que os dados espaciais destas aplicações consigam suportar uma integração aberta de camadas de dados personalizados a partir de muitos utilizadores dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG).

Deste modo, ao se incluir estas vias em formato KML no modelo viário, as mesmas funcionaram como linhas de orientação para as necessárias correções aos arcos do inventário oriundo da ANE.

Depois de obter os percursos importados a partir do *Google Earth* no *ArcMap*, estes foram sobrepostos aos arcos corrigidos originados a partir do inventário da ANE, para se poder verificar a conformidade geográfica destes últimos e proceder a eventuais correções nos mesmos. Pretendeu-se desta forma minorar as discrepâncias entre percursos inicialmente entre o modelo construído e os resultados do *Google Earth*.

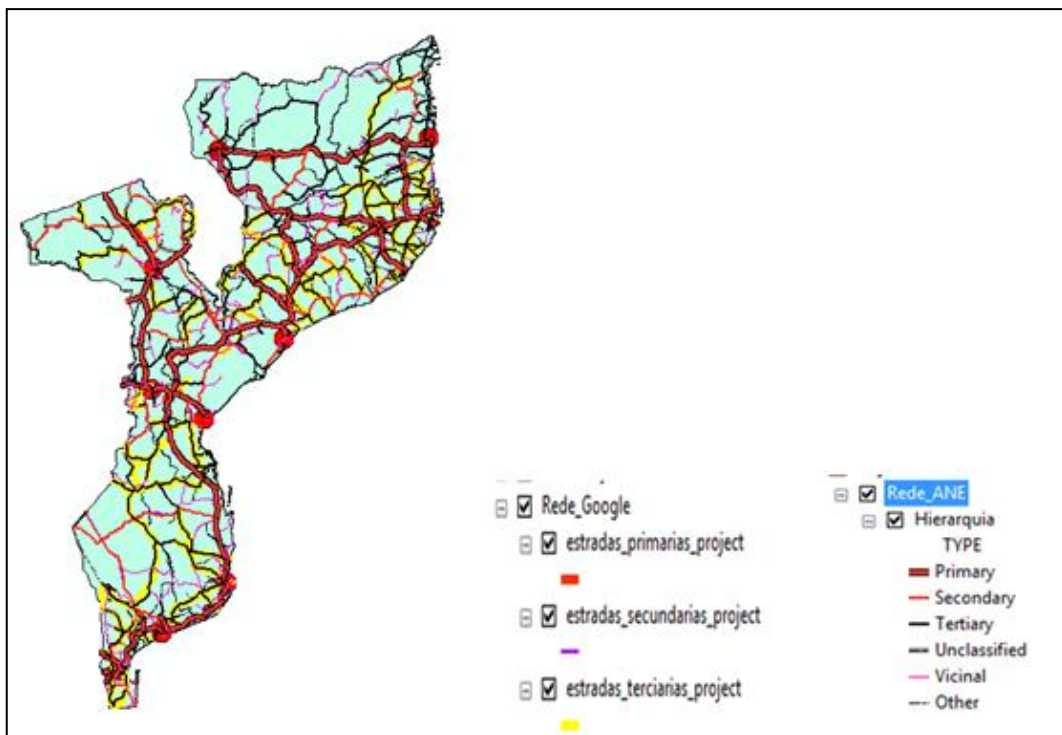


Figura 31 – Sobreposição entre os arcos ANE corrigidos e os percursos na rede *Google Earth*

Numa primeira análise parece que todos os arcos da ANE estão coincidentes com os arcos do *Google Earth*. No entanto uma análise mais detalhada e uma visão “mais próxima” permitiram verificar que alguns troços estavam em discrepância. Nas Estradas Primárias alguns arcos da N1, N4, N9, N14, N103 e N105 estavam divergentes dos percursos indicados pelo *Google Earth*. Algumas Estradas Secundárias e Terciárias também apresentavam o mesmo tipo de incongruência. Nas figuras seguintes apresentam-se as discrepâncias identificadas para cada um dos tipos de estrada.

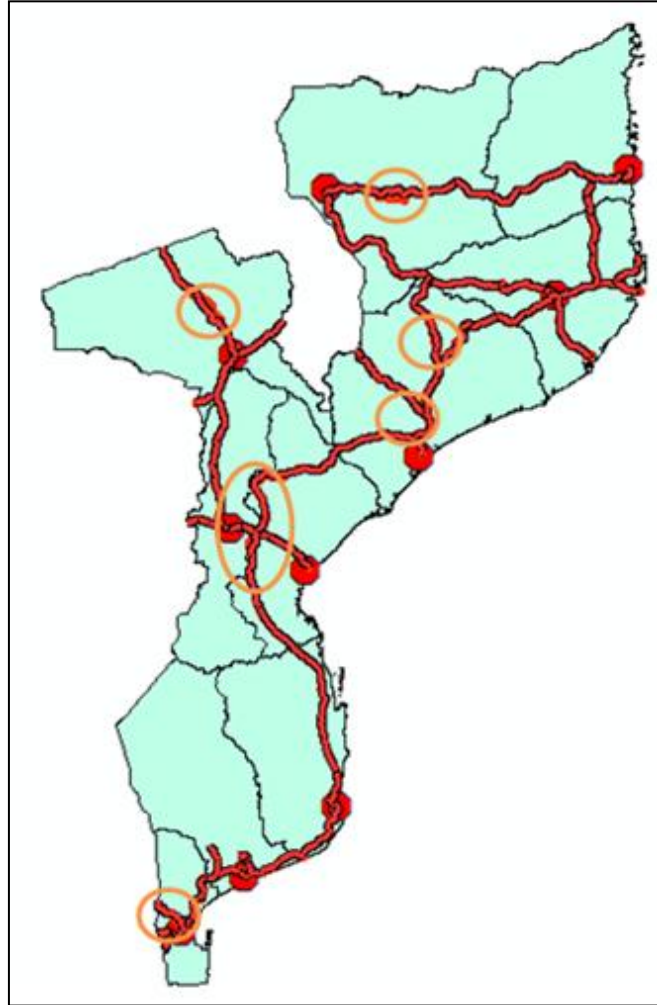


Figura 32 – Discrepâncias nos percursos das Estradas Primárias

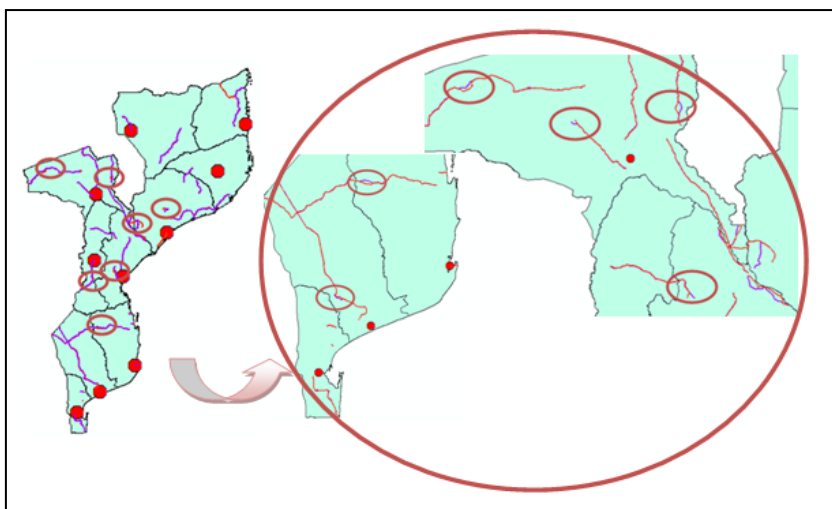


Figura 33 – Discrepâncias nos percursos das Estradas Secundárias

Nem todas as Estradas Terciárias foram identificadas através do *Google Earth*, devido à má definição da imagem obtida a partir desta aplicação e também devido à falta generalizada de informação sobre as mesmas. No entanto, as que foram correctamente localizadas ajudaram a perceber melhor qual o melhor traçado para as mesmas nas vias do inventário de arcos que foi produzido.

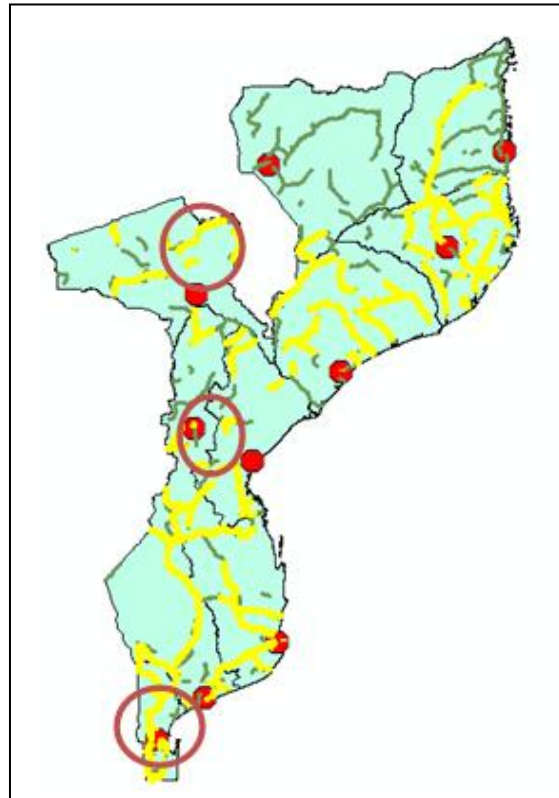


Figura 34 – Discrepâncias nos percursos das Estradas Terciárias

4.4.1 Correção do Percorso das Estradas

A correção das vias do inventário de arcos foi feita com o auxílio da ferramenta *Editor* disponível na plataforma *ArcMap*.

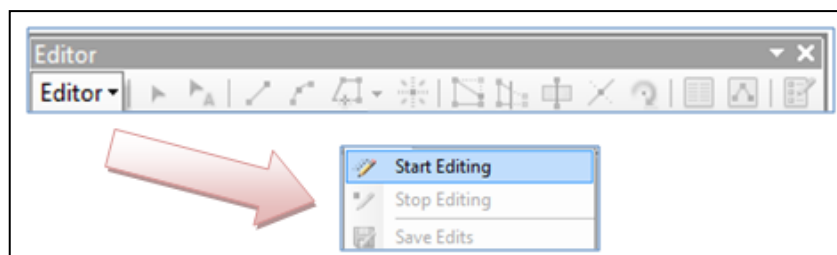


Figura 35 – Ferramenta *Editor*

Juntamente com os comandos *Edit Tool* e *Edit Vertices* do *Editor* foi possível editar e alterar o percurso de alguns arcos do inventário de arcos, obedecendo sempre às regras topológicas inicialmente definidas.

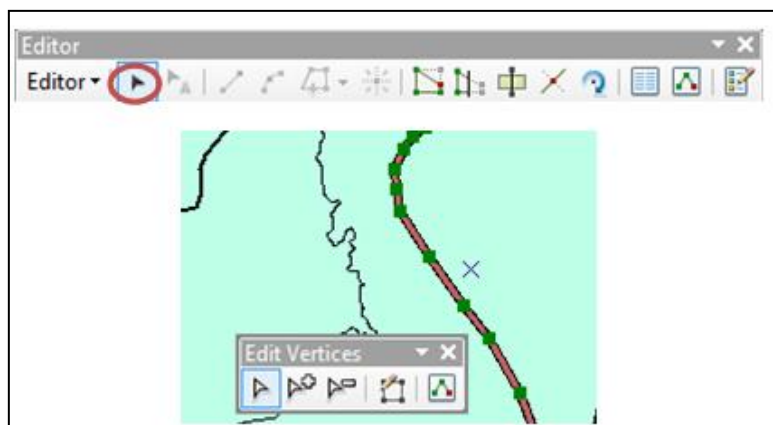


Figura 36 – Exemplo de edição do percurso de um arco

➤ **Exemplo de correcção da Estrada Primária N1: Maputo – Pemba**

As vias que representam no modelo SIG a Estrada Primária N1, que estabelece ligação entre Maputo e Pemba, apresentavam discrepâncias em relação às directrizes definidas nos *Basemaps*, pelo que foram sujeitas a algumas alterações nos seus troços que passam pelas Províncias de Manica e Sofala.

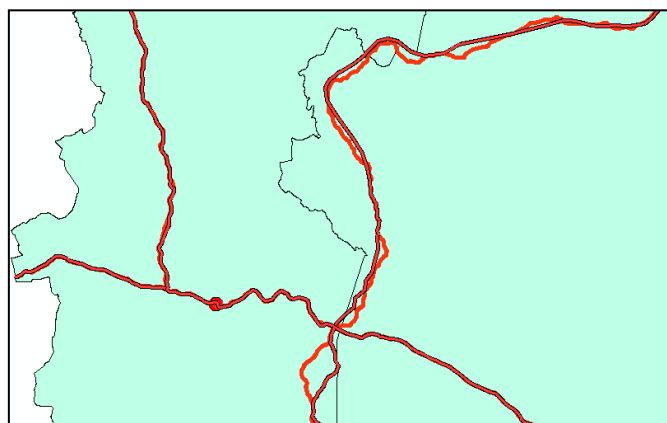


Figura 37 – Correcção da Estrada Primária N1 – Maputo - Pemba

Após a correcção deste troço, com o auxílio da ferramenta *Editor*, a N1 passa a apresentar o seguinte aspecto, tal como a seguinte figura demonstra:



Figura 38 – Aspecto final da Estrada Primária N1, após a correção do seu percurso

As correções dos arcos para as Estradas Secundárias e Terciárias também foram feitas, seguindo a mesma lógica.

Após a execução de todas estas correções pode recorrer-se novamente à ferramenta *Build Network DataSet* para, a partir do inventário dos arcos, reconstruir a rede rodoviária provisória. O próximo passo será o da calibração fina (detalhada) do modelo de rede para que os tempos médios de viagem entre um conjunto alargado de origens e destinos estejam próximo dos valores reais. Só após a execução deste último passo se pode dizer que o modelo estará verdadeiramente apto para ser utilizado e fornecer resultados para o cálculo de indicadores de acessibilidade.

4.5 Calibração fina da velocidade

Depois das correções dos percursos das Estradas Primárias, Secundárias e Terciárias, recorreu-se ao *Network Analyst* para criar *Routes*, (*Percursos*) entre várias origens e destinos e verificar se realmente os tempos de percurso entre estas localidades correspondiam à realidade.

Numa primeira análise as rotas surgiram com tempos de percurso elevados e desadequados da realidade. Para resolver estas discrepâncias optou-se por efectuar a calibração fina das velocidades da rede. Isto porque cada arco ou estrada da rede, para além de estar classificado na hierarquia viária, pode ter especificidades próprias. Nem todas as vias estão pavimentadas, as condições que oferecem aos condutores não são sempre as mesmas, etc.. Ou seja, a Rede Rodoviária de Moçambique não se encontra totalmente homogeneizada em termos de pavimentação e outras características, como larguras de estrada, tipos de bermas, velocidades praticáveis, etc.

Por exemplo uma determinada estrada, seja ela primária ou secundária ou de outra hierarquia, ao longo do seu percurso, de troço para troço pode, ter vários tipos de pavimento.

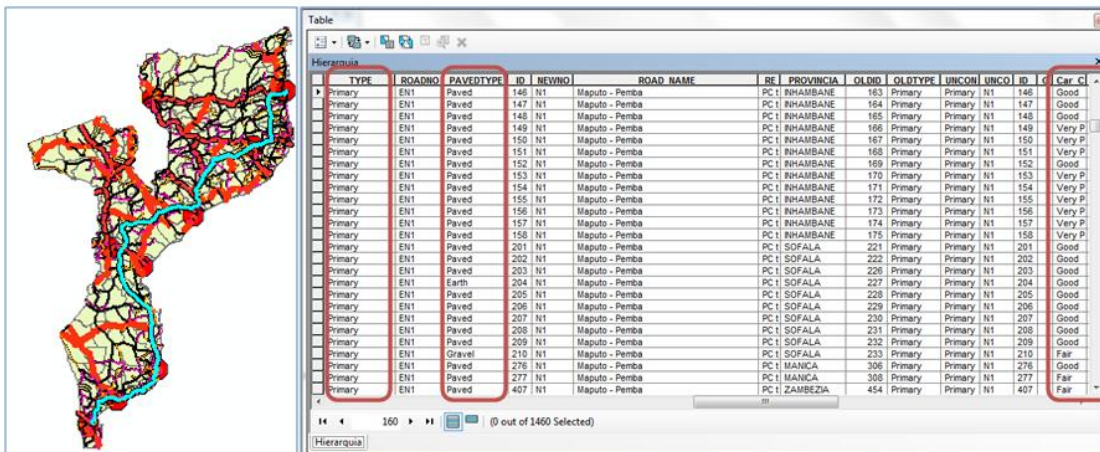


Figura 39 – Características da Estrada Primária N1

Vejamos o exemplo da N1, que é uma Estrada Primária, quase toda pavimentada, no entanto não proporciona boas condições de condução aos automóveis, segundo a tabela de atributos da ANE, deste modo não seria correcto adoptar o mesmo tipo de velocidade para toda a estrada.

Outro exemplo é a Estrada Primária, N104, que estabelece ligação entre Nampula e Angoche, não está pavimentada e possui troços em gravilha (*Gravel*) ou em terra batida. Apesar de ser uma estrada com grande importância na rede, infelizmente não apresenta condições para se adoptar uma velocidade elevada e adequada a uma estrada principal.

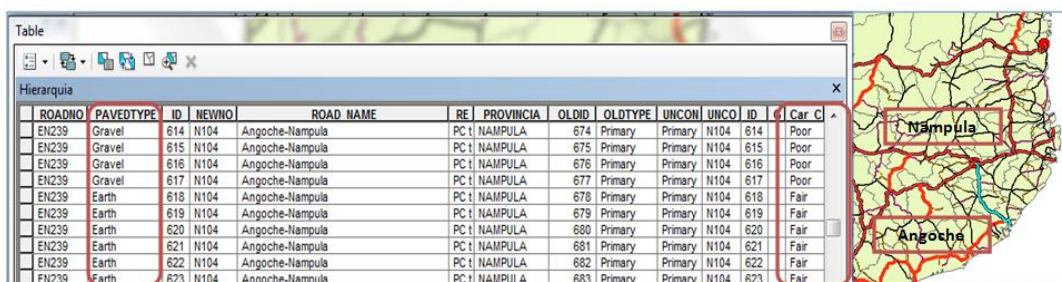


Figura 40 – Características da Estrada Principal N104

Deste modo, para resolver estas discrepâncias, considerou-se adequado efectuar a calibração fina com acertos específicos das velocidades. Numa primeira fase de estudo, optou-se por criar uma matriz que permitisse cruzar o tipo de pavimento com as

condições de circulação indicadas pela ANE e a partir deste cruzamento definir depois um conjunto de velocidades médias que gerassem tempos de viagem aceitáveis para um conjunto elevado de pares O/D.

Quadro 8 – Calibração da velocidade para as Estradas Primárias, com base nas condições e tipos de pavimentos

Condições/ Tipo de Pavimento	Boas	Razoáveis	Fracas	Má	Intransitáveis
Terra Batida	40	45	30	20	-
Saibro arenoso	55	50	40	30	-
Pavimentada	80	70	60	40	-
Desconhecido	-	-	-	-	-

Este quadro demonstra a calibração da velocidade, mas apenas com o cruzamento entre o tipo de pavimento e as condições das estradas. Depois disto, construiu – se um outro quadro que cruza estas condicionantes com a hierarquia das estradas da rede de Moçambique.

A título de exemplo tem – se o quadro das velocidades calibradas para as Estradas Primárias.

Quadro 9 – Velocidades calibradas para as Estradas Primárias

Estradas Primárias	Pavimento	Velocidades	Estradas Primárias	Condições	Velocidades	Estradas Primárias Combinação entre Pav./Cond.	Pavimento	Condições	Velocidades
		Paved		75				Boas	75
	Gravel	65		Razoáveis	75		Razoáveis	75	
	Earth	55		Fracas	65		Fracas	70	
	Ferry	60		Má	55		Má	65	
	Desconhecido	50		Intransitáveis	50		Intransitáveis	62,5	

Após a construção dos quadros equivalentes para as Estradas Secundárias e Terciárias, as respectivas velocidades foram ajustadas de forma que os tempos de viagem obtidos no modelo da rede sejam o mais próximos possível dos tempos obtidos através de um pequeno inquérito efectuado informalmente em Moçambique sobre tempos de viagem em viatura rodoviária entre 10 pares O/D.

As restantes tabelas elaboradas para as Estradas Secundárias e Terciárias, encontram – se no Anexo II – da presente Dissertação.

Dada a natural dificuldade na obtenção de dados adicionais sobre tempos de viagem da procura em Moçambique e devido ao facto de se tratar de um trabalho de natureza académica, optou-se por efectuar a calibração fina usando, mesmo assim, um conjunto de pares O/D considerado não muito extenso, mas que foi o possível de obter em tempo útil para a realização desta dissertação.

De qualquer maneira, os resultados obtidos a partir do modelo de rede podem ser considerados muito razoáveis, uma vez que estão muito próximos de validações informais posteriores efectuadas junto a técnicos rodoviários moçambicanos (apesar de não ter sido efectuada uma validação extensiva).

4.6 Súmula do Capítulo

No presente capítulo, descreveu – se pormenorizadamente as fases necessárias para a construção do Modelo da Rede Rodoviária.

A obtenção e quantificação de dados traduzem o processo utilizado para a criação de inventários de dados rodoviários que permitem a construção de modelos que simulam o funcionamento da rede rodoviária, permitindo o posterior desenvolvimento de análises de acessibilidade, com o recurso a um Sistema de Informação Geográfica (SIG) com capacidades de geoprocessamento e de análise de redes de transportes através de impedâncias.

O processo para quantificar os dados e inventariar a rede é constituído por um conjunto de passos, que podem ser seguidos ou não pela seguinte ordem:

1. Importar ou construir os arcos que darão origem aos modelos de rede;
2. Ligação da rede às zonas da área em estudo;
3. Garantir a topologia da rede;
4. Gerar resultados e promover a sua análise através de geoprocessamento

O processo de planeamento de transportes, bem como a análise das acessibilidades exigem, em geral, uma quantidade grande de informação. Esta não só está relacionada com os próprios sistemas de transportes, como também está associadas às questões socioeconómicas e demográficas, relacionadas com a geração da procura de transporte.

Para efectuar a análise das acessibilidades da Rede Rodoviária de Moçambique, elaborou-se um modelo (que engloba diferentes tipos de informação base: rede rodoviária, distribuição demográfica e variáveis socioeconómica) para análise de acessibilidades, com recurso a um Sistema de Informação Geográfica (SIG).

A construção dos modelos desenvolvidos teve a contribuição de duas instituições moçambicanas, a ANE (Administração Nacional de Estradas) e o CENACARTA (Centro Nacional de Cartografia e Teledetecção), que facultaram os seus inventários de

informação sobre a rede rodoviária moçambicana, que englobava os arcos da rede rodoviária, em formato *shapefile*.

No entanto, após uma análise detalhada de ambas as fontes, optou-se por utilizar como base de trabalho o inventário rodoviário fornecido pela ANE, devido à sua maior extensão e actualização mais recente.

Baseando - se no inventário fornecido pela ANE procedeu-se então à criação do modelo base da rede rodoviária nacional de Moçambique. Primeiro, efectuaram-se as correcções topológicas necessárias e as correcções dos arcos com falhas de geometria. Em seguida procedeu -se à criação do modelo de rede e depois da rede estar a funcionar verificaram-se as falhas de conexão que persistiram e procedeu -se à calibração da mesma (através de ajustes de velocidades) para que as impedâncias, neste caso o tempo de viagem, estivessem próximas da realidade.

5 Cálculo de Indicadores de Acessibilidade genéricos

No presente capítulo apresentam – se os cálculos dos indicadores de acessibilidade genéricos com base na definição teórica apresentada no Capítulo 2, aplicada à Rede construída no capítulo anterior.

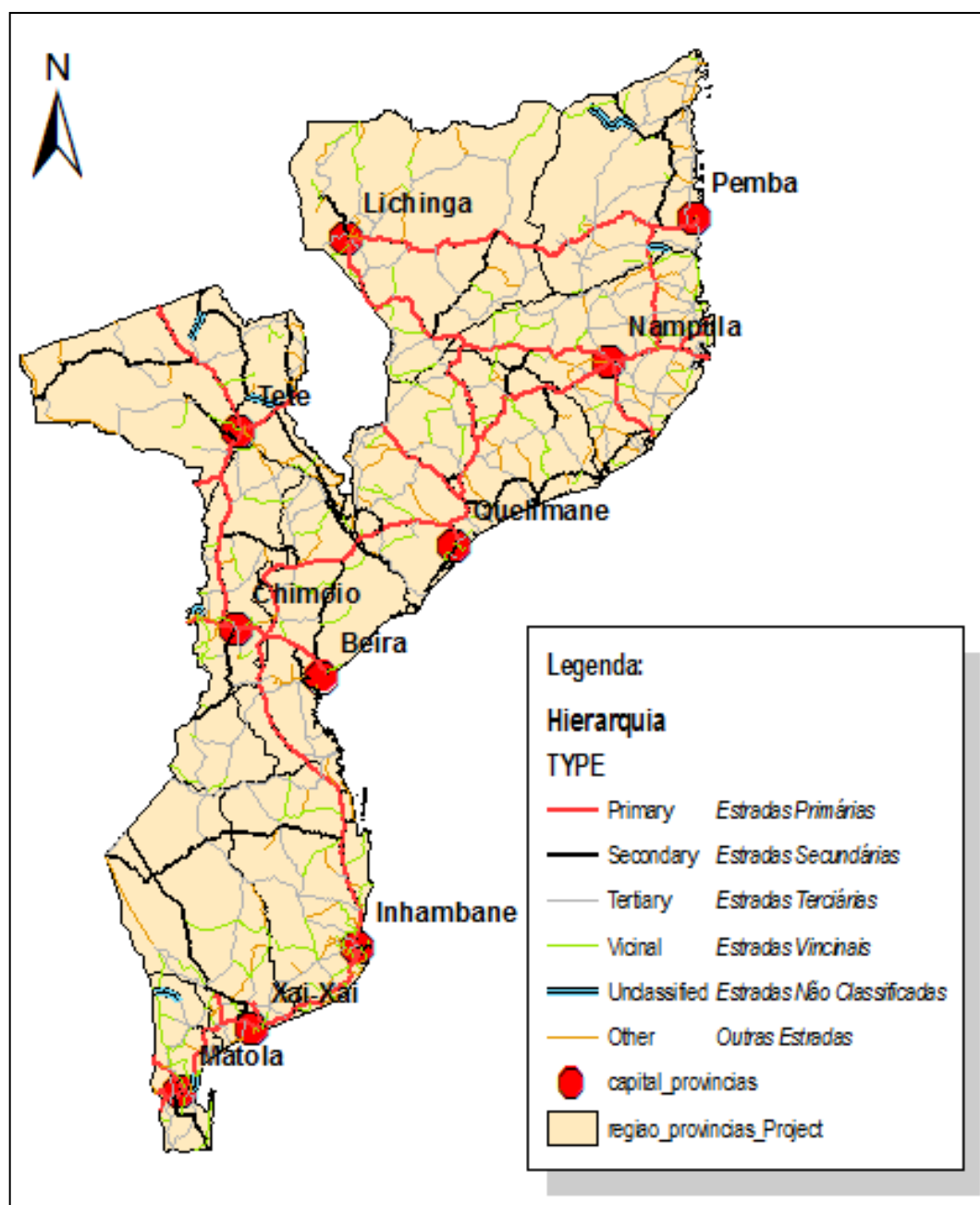


Figura 41 – Rede Rodoviária de Moçambique

O conceito de acessibilidade pode ser compreendido como uma medida do potencial de oportunidades de interacção, a qual se relaciona com a dificuldade de alcançar um determinado objectivo.

Como já se viu anteriormente, essa “dificuldade” pode, em termos genéricos, ser quantificada através de indicadores baseados em características preponderantemente geográficas e físicas das redes, como o Indicador de Sinuosidade (IS) ou a Velocidade Equivalente Recta (VER) ou através da quantificação do “objectivo” a alcançar, com base em variáveis demográficas e socioeconómicas, como a distribuição da população e do Produto Interno Bruto, entre outras.

Estes foram os quatro indicadores de acessibilidade genéricos que foram apresentados para o estudo global de caracterização das acessibilidades rodoviárias de Moçambique. Os mesmos devem ser encarados como ponto de partida para o desenvolvimento e aprofundamento de outras análises de acessibilidade mais específicas. Ao considerar uma análise de cenários alternativos de desenvolvimento e investimento das infra-estruturas rodoviárias, logo nesse caso, os indicadores genéricos apresentados mantêm a sua validade, devendo ser aplicados às várias variantes através de cenários alternativos de investimento, e os resultados obtidos comparados.

O modelo rodoviário desenvolvido também poderá ser aplicado como ferramenta de apoio à decisão, face a objectivos políticos específicos relacionados com políticas sectoriais, quer no âmbito de Educação, Saúde, Exportações, Análises Sectoriais, etc. Nesse caso, cuja amplitude não pode ser abordada directamente nesta dissertação, há que identificar os indicadores de acessibilidade mais adequados, face aos objectivos a alcançar e fazer a sua quantificação, caso a caso, permitindo vir a apoiar tecnicamente as decisões políticas a serem tomadas, quer ao nível do sistema dos transportes, quer ao nível da localização de instalações, indústrias ou equipamentos colectivos, como hospitais ou escolas.

5.1 Indicador de Sinuosidade (IS)

O Indicador de Sinuosidade foi analisado, para as dez províncias moçambicanas (sempre com as capitais de província como ponto de referência). Para tal, foram elaboradas duas matrizes de pares O/D, de 10 x 10. A primeira contém as distâncias reais de deslocação ($S_{i,j}$) e a outra matriz contém as distâncias em recta ($L_{i,j}$).

As distâncias reais, foram calculadas através do modelo de rede criado no *ArcMap*, com o auxílio do módulo *Network Analyst* que permite através de *Routes*, (ou seja Percursos), calcular o valor das distâncias reais do percurso (no modelo), entre duas localidades. Por sua vez, as distâncias em linha recta foram obtidas através do comando *Measure* do *ArcMap*. Este comando, permite medir as linhas rectas que estabelecem ligação entre duas localidades. De seguida apresentam-se as duas matrizes de distâncias entre os pares O/D.

Distâncias Reais (Km)		Destinos									
		O/D	Beira	Chimoio	Inhambane	Lichinga	Matola	Nampula	Pemba	Quelimane	Tete
O r i g e n s	Beira	0	192	795	1.120	1.209	941	1.338	474	571	989
	Chimoio	192	0	725	1.186	1.139	1.008	1.406	542	379	917
	Inhambane	795	725	0	1.812	483	1.632	2.030	1.165	1.104	261
	Lichinga	1.120	1.186	1.812	0	2.226	620	690	718	1.004	2.003
	Matola	1.209	1.139	483	2.226	0	2.042	2.444	1.578	1.518	221
	Nampula	941	1.008	1.632	620	2.042	0	397	537	1.015	1.824
	Pemba	1.338	1.406	2.030	690	2.444	397	0	955	1.413	2.223
	Quelimane	474	542	1.165	718	1.578	537	955	0	550	1.358
	Tete	571	379	1.104	1.004	1.518	1.015	1.413	550	0	1.297
	Xai - Xai	989	917	261	2.003	221	1.824	2.223	1.358	1.297	0

Figura 42 – Matriz das distâncias reais, (km) (Si,j), sobre a rede rodoviária, entre Capitais de Província

Distâncias em Linha		Destinos									
		O/D	Beira	Chimoio	Inhambane	Lichinga	Matola	Nampula	Pemba	Quelimane	Tete
O r i g e n s	Beira	0	164	449	724	721	703	973	306	429	590
	Chimoio	164	0	562	669	766	758	1.014	384	328	658
	Inhambane	449	562	0	1.168	376	1.050	1.323	681	874	220
	Lichinga	724	669	1.168	0	1.431	478	572	535	362	1.311
	Matola	721	766	376	1.431	0	1.394	1.669	1.005	1.093	156
	Nampula	703	758	1.050	478	1.394	0	274	398	619	1.247
	Pemba	973	1.014	1.323	572	1.669	274	0	669	825	1.521
	Quelimane	306	384	681	535	1.005	398	669	0	400	862
	Tete	429	328	874	362	1.093	619	825	400	0	986
	Xai - Xai	590	658	220	1.311	156	1.247	1.521	862	986	0

Figura 42 – Matriz das distâncias em linha recta, entre Capitais de Província

O quociente entre estas duas matrizes dá origem à matriz do Indicador de Sinuosidade para as dez províncias.

Indicador de Sinuosidade		Destinos									
		O/D	Beira	Chimoio	Inhambane	Lichinga	Matola	Nampula	Pemba	Quelimane	Tete
O r i g e n s	Beira	0,0	1,2	1,8	1,5	1,7	1,3	1,4	1,5	1,3	1,7
	Chimoio	1,2	0,0	1,3	1,8	1,5	1,3	1,4	1,4	1,2	1,4
	Inhambane	1,8	1,3	0,0	1,6	1,3	1,6	1,5	1,7	1,3	1,2
	Lichinga	1,5	1,8	1,6	0,0	1,6	1,3	1,2	1,3	2,8	1,5
	Matola	1,7	1,5	1,3	1,6	0,0	1,5	1,5	1,6	1,4	1,4
	Nampula	1,3	1,3	1,6	1,3	1,5	0,0	1,4	1,4	1,6	1,5
	Pemba	1,4	1,4	1,5	1,2	1,5	1,4	0,0	1,4	1,7	1,5
	Quelimane	1,5	1,4	1,7	1,3	1,6	1,4	1,4	0,0	1,4	1,6
	Tete	1,3	1,2	1,3	2,8	1,4	1,6	1,7	1,4	0,0	1,3
	Xai - Xai	1,7	1,4	1,2	1,5	1,4	1,5	1,5	1,6	1,3	0,0

Figura 43 – Matriz do Indicador de Sinuosidade, entre Capitais de Província

Para poder comparar melhor a qualidade geral das ligações entre as dez províncias, com a matriz obtida do IS optou-se por determinar o Indicador de Sinuosidade médio para cada uma das províncias. Assim com os valores do $IS_{médio}$ consegue-se retirar algumas conclusões sobre a qualidade genérica da rede de estradas a partir de cada capital de província. Seguidamente apresentam-se os valores do $IS_{médio}$ para cada província, por ordem crescente.

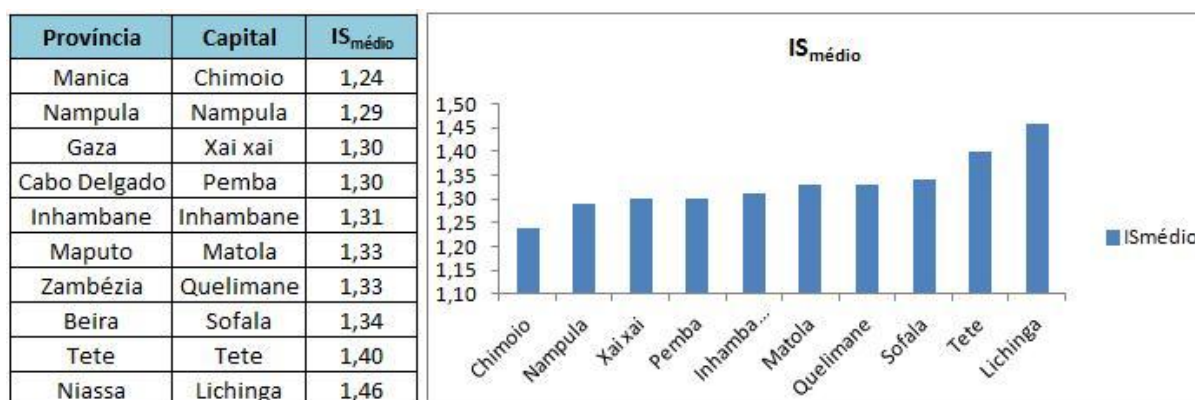


Figura 44 – Indicador de Sinuosidade Médio

Com base na figura anterior, é possível concluir que Niassa, cuja respectiva capital é Lichinga, apresenta um valor elevado para o $IS_{médio}$, na ordem dos 1,46. Em contrapartida, Manica é a província que apresente o valor mais baixo para este indicador, na ordem dos 1,24.

O Indicador de Sinuosidade, tal como foi caracterizado no capítulo 2, quanto mais próximo da unidade melhor, uma vez que isto significa que as estradas tendem a ser rectilíneas. Este indicador, que apresenta sempre um valor superior à unidade, indica a maior ou menor sinuosidade do traçado de uma ligação.

Assim sendo, estes valores de $IS_{médio}$, estão também relacionados com o relevo de Moçambique, que já foi referido no capítulo 3. Ou seja, consegue-se verificar que as províncias de Niassa, Tete e Zambézia, que possuem áreas montanhosas apresentam valores mais elevados do $IS_{médio}$, uma vez que o traçado e a sinuosidade das estradas são influenciados pelo relevo mais acentuado.

Em relação às restantes províncias, situadas no centro e sul do país, apresentam valores relativamente baixos, comprovando mais uma vez que estes territórios estão providos de uma orografia pouco acidentada, ou seja, apresentam relevos mais planos e mais propiciadores de traçados tendencialmente mais rectilíneos.

5.2 Velocidade Equivalente Recta (VER)

Foram feitas análises com o indicador Velocidade Equivalente Recta (VER), em relação às dez províncias moçambicanas. Para este indicador foram calculados os valores médios e máximos para cada província. Primeiro obteve-se a matriz correspondente às distâncias em recta entre as dez províncias, que é igual à já apresentada na secção anterior. Em seguida, utilizando o comando *New OD Cost Matrix* do módulo *Network Analyst* do *ArcGIS*, calculou-se a matriz do *Tempo de Viagem* entre as províncias, aferido pelo modelo da rede rodoviária, cujos resultados se apresentam.

Tempo de Viagem (horas)	O/D	Destinos									
		Beira	Chimoio	Inhambane	Lichinga	Matola	Nampula	Pemba	Quelimane	Tete	Xai - Xai
O r i g e n s	Beira	0	2,72	10,13	16,22	15,57	12,97	19,10	7,00	7,47	12,65
	Chimoio	2,72	0	9,35	11,92	14,78	13,15	19,28	7,18	4,83	11,88
	Inhambane	10,13	9,35	0	23,95	6,33	20,70	27,00	14,73	14,07	3,42
	Lichinga	16,22	11,92	23,95	0	29,00	9,47	13,52	11,90	7,07	26,00
	Matola	15,57	14,78	6,33	29,00	0	26,00	32,00	20,12	19,47	2,95
	Nampula	12,97	13,15	20,70	9,47	26,00	0	6,20	7,02	13,37	23,20
	Pemba	19,10	19,28	27,00	13,52	32,00	6,20	0	13,15	19,50	29,00
	Quelimane	7,00	7,18	14,73	11,90	20,12	7,02	13,15	0	7,38	17,23
	Tete	7,47	4,83	14,07	7,07	19,47	13,37	19,50	7,38	0	16,60
	Xai - Xai	12,65	11,88	3,42	26,00	2,95	23,20	29,00	17,23	16,60	0

Figura 45 – Matriz do *Tempo de Viagem*, entre Capitais de Província

O quociente entre estas duas matrizes dá origem à matriz do VER para as dez províncias de Moçambique.

VER (km/h)	O/D	Destinos									
		Beira	Chimoio	Inhambane	Lichinga	Matola	Nampula	Pemba	Quelimane	Tete	Xai - Xai
O r i g e n s	Beira	0	60	44	45	46	54	51	44	57	47
	Chimoio	60	0	60	56	52	58	53	54	68	55
	Inhambane	44	60	0	49	59	51	49	46	62	64
	Lichinga	45	56	49	0	49	50	42	45	51	50
	Matola	46	52	59	49	0	54	52	50	56	53
	Nampula	54	58	51	50	54	0	44	57	46	54
	Pemba	51	53	49	42	52	44	0	51	42	52
	Quelimane	44	54	46	45	50	57	51	0	54	50
	Tete	57	68	62	51	56	46	42	54	0	59
	Xai - Xai	47	55	64	50	53	54	52	50	59	0

Figura 46 – Matriz VER, entre Capitais de Província

5.2.1 VER Médio

O valor da Velocidade Equivalente Recta médio foi determinado a partir da matriz do VER obtida anteriormente. No fundo, calculou-se para cada uma das dez províncias moçambicanas, a velocidade média em recta de deslocação obtida entre essa província e as restantes nove. De salientar que a distância e o tempo de percurso em recta foram gerados a partir das respectivas capitais de cada província.

Província	Capital	VER _{médio}
Sofala	Beira	45
Manica	Chimoio	52
Inhambane	Inhambane	49
Niassa	Lichinga	44
Maputo	Matola	47
Nampula	Nampula	47
Cabo Delgado	Pemba	44
Zambézia	Quelimane	45
Tete	Tete	50
Gaza	Xai - Xai	49

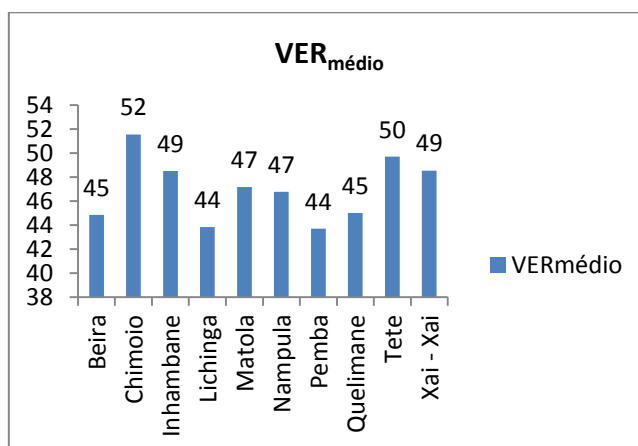


Figura 47 – VER_{médio} entre as Capitais de Província

A partir do gráfico, pode-se concluir que Manica e Tete são as províncias que apresentam um valor mais elevado para o VER_{médio}. Por outro lado, Niassa e Cabo Delgado, duas províncias situadas no Norte de Moçambique, apresentam o valor mais baixo para o VER_{médio}. A província de Maputo, onde está situada a capital do país apresenta uma VER_{médio} da ordem dos 47km/h.

5.2.2 VER Máximo

Os valores das VER_{máximo} foram também obtidos através da matriz base do VER, seguindo a mesma lógica aplicada no cálculo da VER_{médio}.

Província	Capital	VER _{máximo}
Sofala	Beira	60
Manica	Chimoio	68
Inhambane	Inhambane	64
Niassa	Lichinga	56
Maputo	Matola	59
Nampula	Nampula	58
Cabo Delgado	Pemba	53
Zambézia	Quelimane	57
Tete	Tete	68
Gaza	Xai - Xai	64

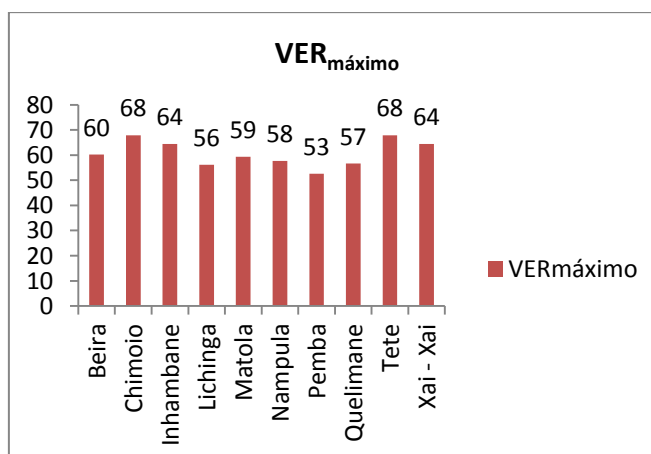


Figura 48 – VER_{máximo} entre Capitais de Província

Os valores das VER_{máximo} foram também obtidos através da matriz base do VER, seguindo a mesma lógica aplicada no cálculo da VER_{médio}.

Após a análise do gráfico obtido, mais uma vez se verifica que as províncias de Manica e Tete possuem valores elevados para o $VER_{máximo}$, na ordem dos 68 km/h. Deste modo, pode concluir-se que, em princípio, estas duas províncias estão providas de boas acessibilidades ponderadas pela qualidade da via. Cabo Delgado e Niassa, as províncias situadas no centro do país, uma vez mais apresentam um valor baixo para o seu $VER_{máximo}$, comparativamente com as outras províncias. Relativamente à província de Maputo, esta apresenta um valor aceitável, da ordem dos 59km/h.

5.3 Indicadores de acessibilidade demográfica baseados nas capitais de província

Como é de fácil percepção, a distribuição e a evolução da população constitui um factor importante para o desenvolvimento regional de um determinado país ou localidade.

Deste modo, optou-se por medir a acessibilidade demográfica originada a partir das capitais de província, com base num modelo de distribuição demográfica bastante desagregado, ao nível dos 128 distritos de Moçambique, utilizando as capacidades de geoprocessamento do *ArcGIS*, uma vez que haviam dados disponíveis para tal. Para a quantificação deste indicador foi também utilizado o modelo de rede rodoviária cuja construção foi descrita no capítulo anterior e alguns dados facultados pela ANE (divisões administrativas de Moçambique).

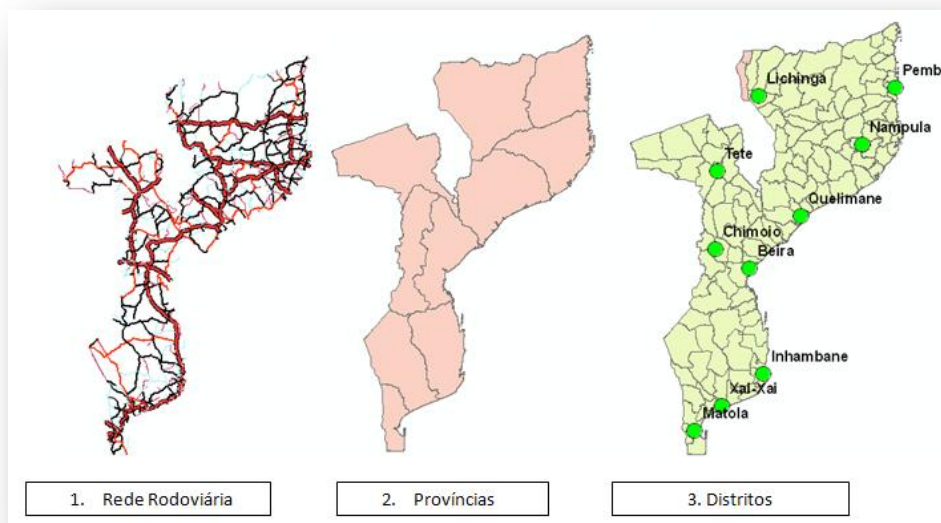


Figura 49 – Modelo da rede rodoviária, províncias e distritos de Moçambique em formato SIG (fonte: autora e ANE)

Para além destes elementos, utilizaram-se dados do portal do INE de Moçambique, referentes ao número de habitantes de todos os distritos, possibilitando assim a determinação da densidade populacional de todos os distritos do país. Os dados retirados do Portal do INE fazem parte do Documento: Terceiro Recenseamento Geral da População e Habitação em Moçambique – Censos 2007, referentes aos últimos censos realizados em Moçambique, no ano de 2007.

5.3.1 Determinação da Densidade Populacional de cada distrito:

O valor da densidade populacional de um determinado distrito é obtido através da seguinte expressão:

$$DensPopulac. = \frac{População\ Total\ do\ Distrito}{Área\ do\ Distrito} \text{ (Hab/km}^2\text{)} \quad \text{Equação 21}$$

Para efectuar o cálculo criou-se um novo campo na tabela de atributos da *feature class* Distritos, que foi designado por *Dens_Pop*. Em seguida acrescentou-se na mesma tabela de atributos, os dados referentes à população total de cada distrito. De seguida, com a opção de *Field Calculator* do *ArcMap*, calculou-se a densidade populacional utilizando a equação anterior.

OBJECTID *	Shape *	ID	DISTRITO	PROVINCIA	Shape Length	Shape Area	Code	Dens Pop
1	Polygon	100	ANCUABE	CABO DELGAD	3,659847	0,409723	2	21,516453
2	Polygon	14	BALAMA	CABO DELGAD	3,926896	0,457933	5	22,400722
3	Polygon	18	CHIURE	CABO DELGAD	4,354747	0,448813	22	39,986578
4	Polygon	15	CIDADE_DE_PEMBA	CABO DELGAD	0,523156	0,00857	28	1359,960784
5	Polygon	126	IBO	CABO DELGAD	0,819057	0,005588	42	124,586667
6	Polygon	127	MACOMIA	CABO DELGAD	3,475512	0,348947	59	18,773518
7	Polygon	16	MECUIFI	CABO DELGAD	1,666595	0,102706	87	34,517544
8	Polygon	9	MELUCO	CABO DELGAD	3,881164	0,476987	89	4,248491
9	Polygon	3	MOCIMBOA DA PRAIA	CABO DELGAD	2,981611	0,267104	95	25,658627
10	Polygon	8	MONTEPUEZ	CABO DELGAD	7,169533	1,4793	101	10,777221
11	Polygon	2	MUEDA	CABO DELGAD	5,05469	0,932135	109	10,027506
12	Polygon	7	MUIDUMBE	CABO DELGAD	2,17326	0,173123	111	34,309938
13	Polygon	20	NAMUNO	CABO DELGAD	3,389351	0,500299	121	29,718072
14	Polygon	1	NANGADE	CABO DELGAD	2,160189	0,245891	122	20,876538
15	Polygon	125	PALMA	CABO DELGAD	4,227574	0,291706	127	13,511748
16	Polygon	13	PEMBA	CABO DELGAD	2,82967	0,131552	130	39,143921
17	Polygon	128	QUISSANGA	CABO DELGAD	3,015567	0,175486	132	17,567907
18	Polygon	116	BILENE	GAZA	2,491467	0,194875	8	69,517431
19	Polygon	112	CHIBUTO	GAZA	4,461937	0,498709	17	34,216708
20	Polygon	88	CHICUALACUALA	GAZA	6,062536	1,58867	18	2,154276
21	Polygon	106	CHIGUBO	GAZA	6,793114	1,324275	20	1,379001
22	Polygon	114	CHOKWE	GAZA	3,273902	0,217804	24	75,125258
23	Polygon	94	CIDADE_DE_XAI-XAI	GAZA	0,663851	0,012057	29	857,422222
24	Polygon	111	GUIJA	GAZA	3,065094	0,372174	38	17,98567
25	Polygon	108	MABALANE	GAZA	4,222177	0,789106	54	3,594148
26	Polygon	113	MANDLAKAZE	GAZA	3,494507	0,328168	67	44,795387
27	Polygon	87	MASSANGENA	GAZA	4,237909	0,657886	76	2,093116
28	Polygon	109	MASSINGIR	GAZA	3,886932	0,503894	78	5,052104
29	Polygon	118	XAI-XAI	GAZA	2,601949	0,167063	140	112,297051

Figura 50 – Tabela de atributos da *feature classe* Distritos - cálculo da densidade populacional

5.3.2 Cálculo, a partir das capitais de província, das isócronas e respectivas coroas de acessibilidade

Em seguida é necessário definir os intervalos de tempo para os quais se pretende estabelecer as isócronas que serão utilizadas nas análises subsequentes. Sendo Moçambique um vasto país, optou-se por fazer as análises de acessibilidade genéricas para um tempo máximo de transporte equivalente a 16 horas de viagem em viatura rodoviária, correspondente a uma viagem realizada em jornada contínua durante um só dia. Tendo em conta o anterior critério, a dimensão regional das análises a efectuar, a escala do país africano, e após alguns ensaios, optou-se por estabelecer os seguintes intervalos de tempo: [0 - 60], [60 - 120], [120 - 180], [180 - 240], [360 - 480] e [480 - 960] minutos.

Deste modo, criaram-se as isócronas a partir de cada uma das dez capitais de província, nomeadamente: Matola, Xai-Xai, Inhambane, Beira, Chimoio, Quelimane, Nampula, Tete, Pemba e Lichinga.

Com o comando *Load Locations*, e com o auxílio do comando *Solve* do módulo *Network Analyst* do *ArcGIS*, as isócronas são quase automaticamente criadas.

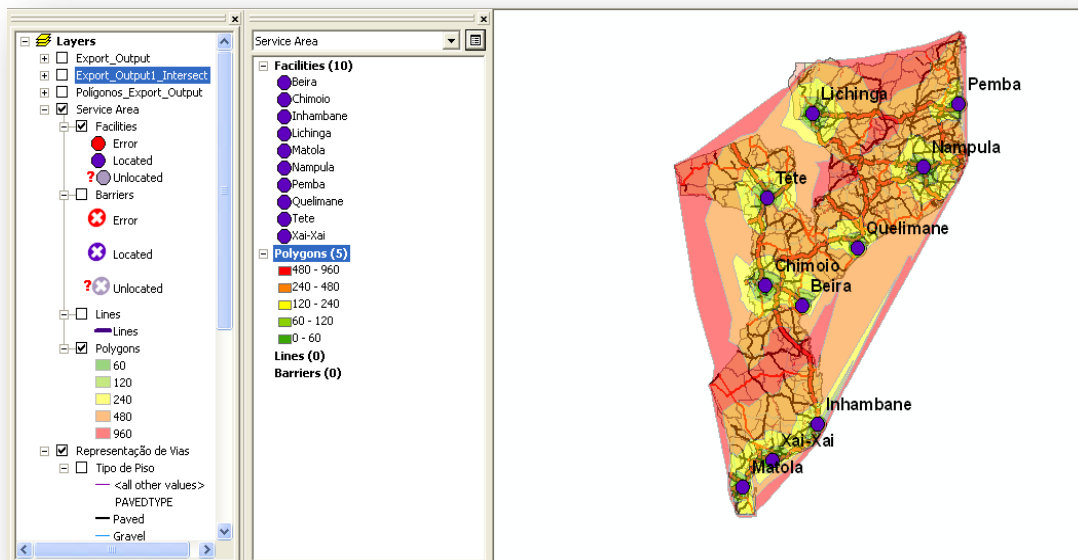


Figura 51 – Criação dos polígonos correspondentes às isócronas definidas a partir das capitais das províncias

5.3.3 Intersecção entre os distritos e as coroas de acessibilidade correspondentes às isócronas

O passo seguinte é a intersecção entre os distritos e as coroas de acessibilidade correspondentes às isócronas, por forma a que cada distrito fique dividido em segmentos associados a um índice de acessibilidade (neste caso o intervalo de tempo da coroa), permitindo numa fase subsequente identificar toda a população que cai dentro de cada um dos intervalos de acessibilidade.

Esta intersecção é conseguida, através dos comandos de geoprocessamento situados na *Arc Tool Box*, nomeadamente: *Analysis Tools* → *Overlay* → *Intersect* do *ArcGIS*.

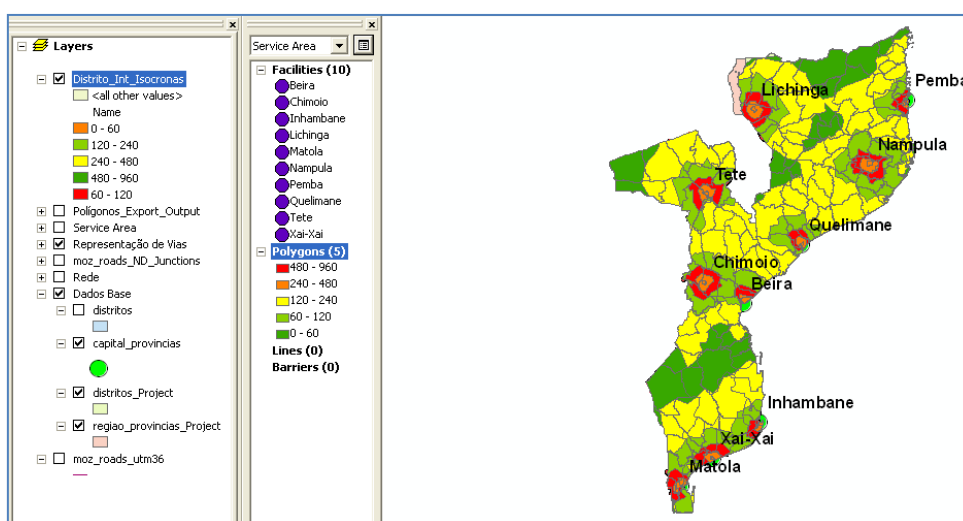


Figura 52 – Intersecção entre as coroas de acessibilidade e os distritos

Após a intersecção, recalculam-se, através do comando *calculate geometry*, as áreas de cada “pedacinho” de distrito, resultante da intersecção com cada coroa de acessibilidade.

5.3.4 Distribuição da população pelas coroas de acessibilidade

Seguidamente, procedeu-se à exportação dos valores da tabela de atributos para o *Excel* para serem alvo de processamento adicional até se chegar, para cada província, à distribuição pelas diversas coroas de acessibilidade, da população alcançada. Este é um primeiro indicador vectorial, da tendência quantitativa e qualitativa (através da representação gráfica) da distribuição da acessibilidade demográfica, a partir de cada capital de província. Deste modo com a nova área de cada “pedacinho” resultante da

intersecção, foi possível determinar a população distribuída⁴ por cada “pedacinho”, aplicando a equação:

$$População = Dens_{pop} \times \text{Área}_{Intersecção} \quad \text{Equação 22}$$

Para cada intervalo de tempo obteve-se um determinado valor de população para cada uma das dez províncias moçambicanas. A título de exemplo, apresenta-se a distribuição de população para a província de Maputo:

Quadro 10 – Distribuição da acessibilidade demográfica a partir da Matola, capital da província de Maputo

Maputo	
0 - 60	1.812.374
60 -120	232.871
120 - 180	380.379
180 - 240	613.362
240 - 360	489.013
360 - 480	583.944
480 - 960	2.079.304

Com base nos valores representados no Quadro 10, foi possível desenvolver o seguinte gráfico, que traduz o indicador anterior obtido para a Matola.

⁴ O modelo desenvolvido parte da simplificação académica de que a população de cada distrito estará distribuída uniformemente sobre o mesmo. Esta simplificação ignora que as populações estão preferencialmente concentradas em localidades. No entanto, o modelo de análise de acessibilidades em apresentação não perde validade teórica, podendo o modelo usado de ‘disposição demográfica uniforme’ vir a ser substituído por outro, mais sofisticado, que tenha em conta a distribuição discreta da população pelas localidades.

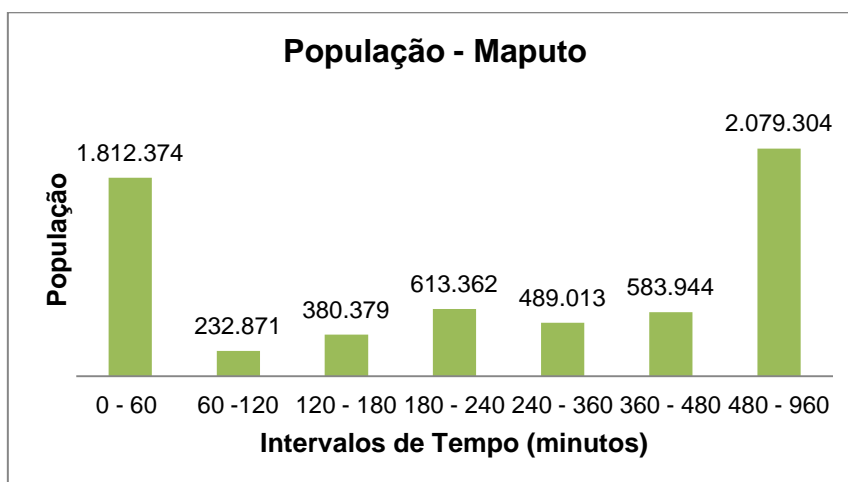


Figura 53 – Gráfico de distribuição da acessibilidade demográfica, a partir da Matola

A partir deste gráfico é possível concluir-se que a maior parte da população da província de Maputo está concentrada logo na primeira isócrona de tempo que corresponde, a um tempo de viagem equivalente a 1 hora de viagem a partir de Matola, capital da província de Maputo. Deste modo, esta premissa só reforça que os principais serviços e bens, estão situados a 1 hora de Matola. Em relação à última isócrona de tempo (480 a 960 minutos), apresenta um valor de população elevado, porque apanha um número de habitantes de províncias distantes, nomeadamente Gaza e Inhambane, significativo. Tal como em relação à breve análise feita, em relação à Província de Maputo, é possível fazer o mesmo para as restantes províncias. Deste modo, consegue-se chegar a dois padrões qualitativos de distribuição da acessibilidade demográfica que caracterizam as províncias moçambicanas, tal como se ilustra na próxima secção.

5.3.5 Padrões de Distribuição de População

O cálculo do Indicador de Acessibilidade Demográfica permitiu determinar a distribuição da população pelas dez províncias moçambicanas. A partir desta análise, foi possível identificar três padrões distintos de distribuição desta variável.

5.3.5.1 Padrão I – população concentrada na primeira coroa (1 hora de viagem)

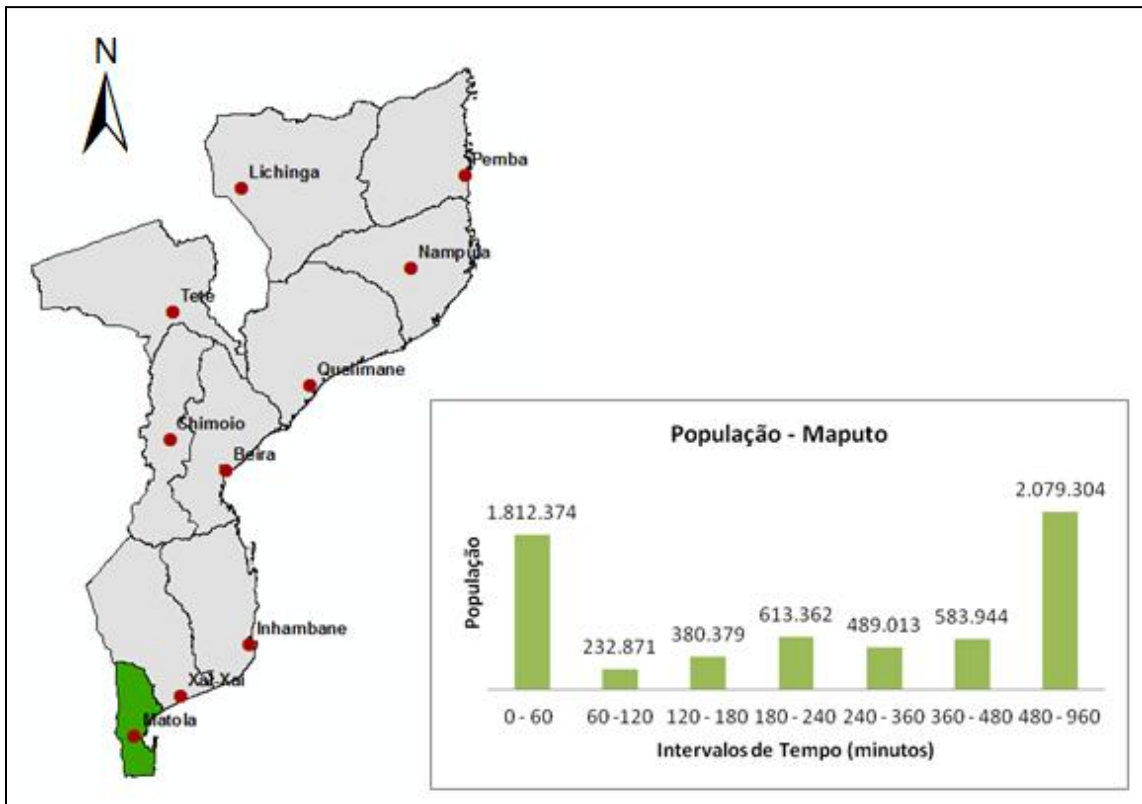


Figura 54 - Distribuição da população concentrada na primeira coroa (1 hora de viagem)

5.3.5.2 Padrão II – população concentrada nas coroas entre as 6 e as 16 horas

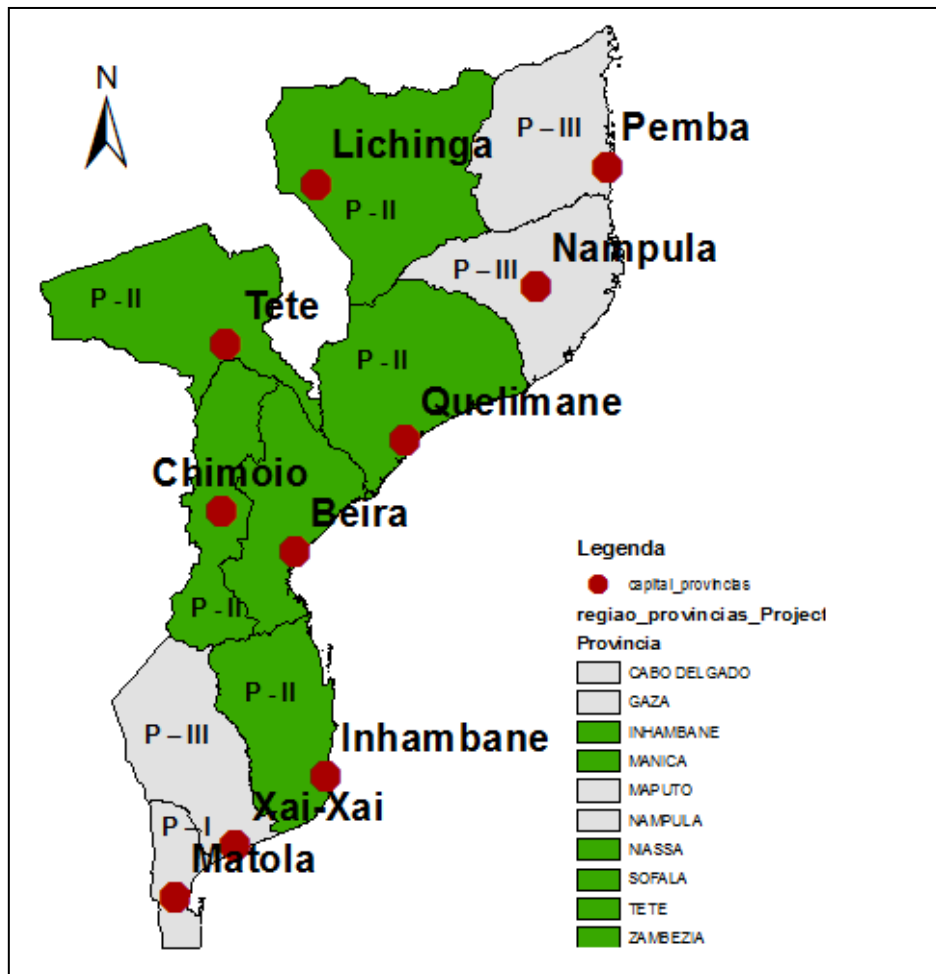


Figura 55 – Distribuição da população concentrada nas coroas entre as 6 a as 16 horas (áreas verdes)

Com base nos gráficos, que se apresentam na Figura 56, conclui-se efectivamente que a grande maioria da população acessível a estas seis capitais de província está primordialmente concentrada na última isócrona de tempo, correspondente ao intervalo de tempo entre as 8 e as 16 horas de viagem. De salientar que são províncias localizadas no centro e norte do país.

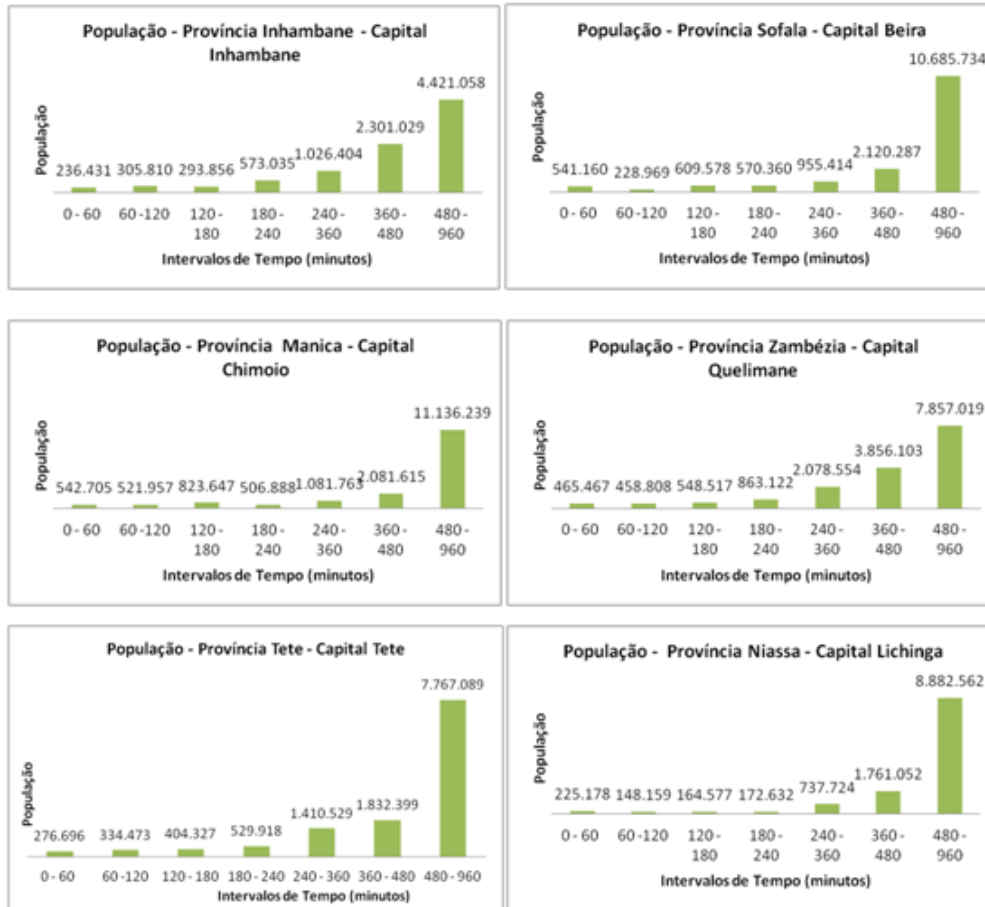


Figura 56 – Gráficos de distribuição da acessibilidade demográfica para as capitais de província do Padrão II

5.3.5.3 Padrão III – distribuição não homogénea da população

Deste padrão III fazem parte as províncias que não seguem uma distribuição uniformemente crescente e homogénea da população acessível à medida que as coroas de tempo são alargadas. Ou seja, cada uma demonstra uma realidade diferente e ligeiramente irregular. No fundo, não se consegue definir um padrão rígido para este tipo de distribuição, mas verifica-se que há acessibilidade com alguma importância nas coroas intermédias entre as 2 e as 6 horas. Fazem parte deste padrão as seguintes províncias (a azul no mapa):

- Gaza
- Nampula
- Cabo Delgado

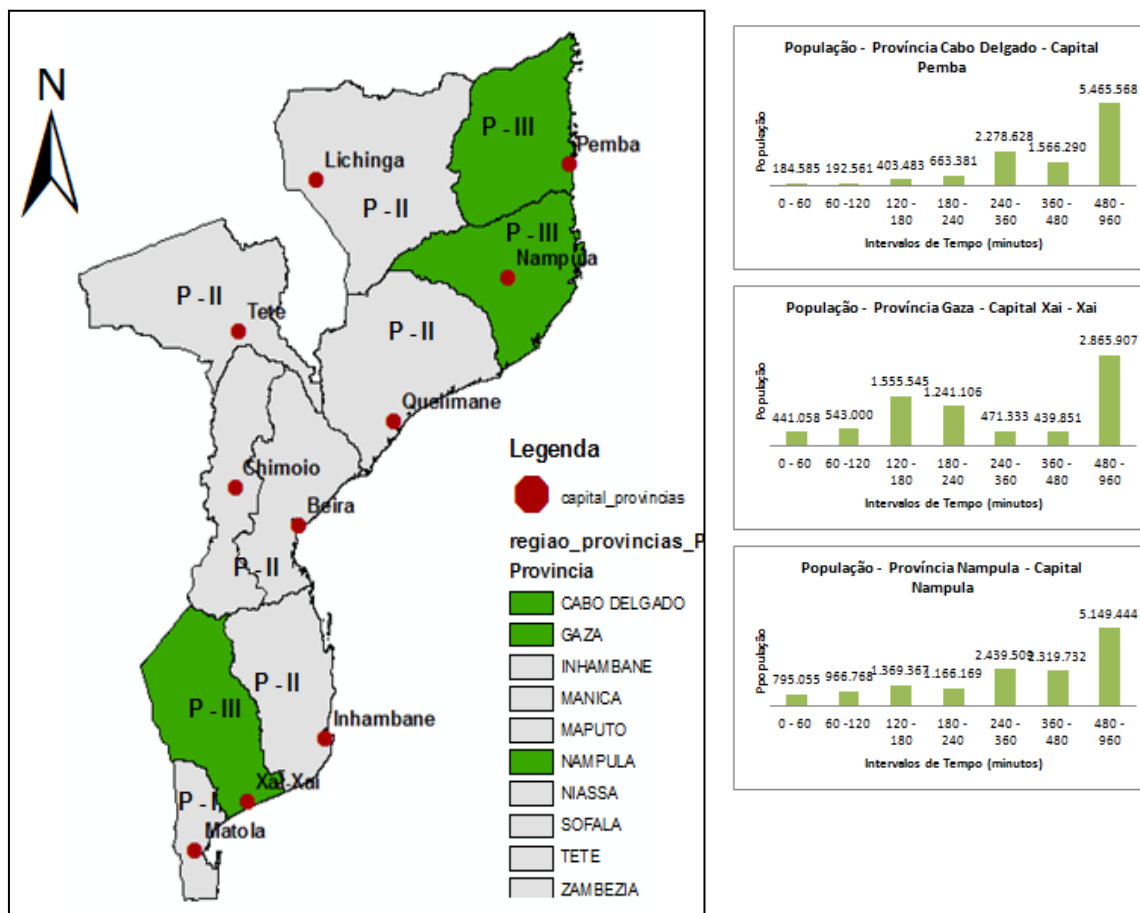


Figura 57- Distribuição da população acessível no grupo de capitais de província do padrão III (áreas a azul)

Com base nos gráficos anteriores é possível retirar algumas conclusões para as três províncias em causa.

Cabo Delgado e Nampula, apresentam o mesmo tipo de distribuição de população acessível. Estas províncias situadas no Norte do país, possuem maior concentração de habitantes acessíveis na quinta isócrona de tempo ([240 – 360] minutos), além da última, correspondente ao intervalo de [480 – 960] minutos. Isto significa que as oportunidades se concentram maioritariamente nessas coroas, apesar de Nampula apresentar uma distribuição mais equilibrada, com boas oportunidades nas coroas de acessibilidade mais próximas.

Em relação a Gaza, para além de haver muita população acessível concentrada na última isócrona, existe também uma concentração de oportunidades na terceira e quarta isócronas. Isto deve-se ao facto de haver uma certa influência da província de Maputo. E por outro lado, também comprova que o tempo de percurso entre as respectivas capitais é de aproximadamente 3 horas de viagem.

5.3.6 Tempo Médio Ponderado pela Distribuição da População

Depois do cálculo das oportunidades associadas à distribuição demográfica das coroas de acessibilidade, que no fundo corresponde a um indicador de acessibilidade vectorial, procede-se ao cálculo de um único indicador agregado, ponderando o tempo médio de cada coroa com a população acessível dentro desta coroa (como já foi definido no capítulo 2). Obtém-se assim um indicador que é o Tempo Médio Ponderado pela distribuição da população nas coroas de acessibilidade. Este indicador traz a grande vantagem de ao ser agregado, permitir a fácil comparação entre níveis distintos de acessibilidade regional.

É um indicador que auxilia a perceber qual o tempo médio ponderado, para alcançar o maior número de habitantes de cada Província. Para calcular este indicador aplicou-se a equação nº17.

A título de exemplo apresenta-se o cálculo efectuado para determinar este indicador para a província de Maputo.

Província Maputo – Capital Matola						
Isócronas de Tempo (minutos)	t'	População	\sum (População)	(t' x População)	\sum (t' x População)	Tempo Médio Ponderado (minutos)
0-60	30	1.812.374	6.191.246,3 4	54.371.227,95	2.150.251.545,4 3	347,31
60-120	90	232.871		20958.360,39		
120-180	150	380.379		57.056.803,53		
180-240	210	613.362		128.806.072,04		
240-360	300	489.013		146.703.767,11		
360-480	420	583.944		245.256.452,51		
480-960	720	2.079.304		1.497.098.861,90		

Figura 58 – Tempo Médio Ponderado pela distribuição da população – província de Maputo

Assim sendo, obteve-se para a Província de Maputo, um Tempo Médio Ponderado da ordem dos 347 minutos. Os cálculos para as restantes províncias constam nos anexos à presente dissertação. No gráfico apresenta-se a síntese do valor obtido para as restantes províncias.

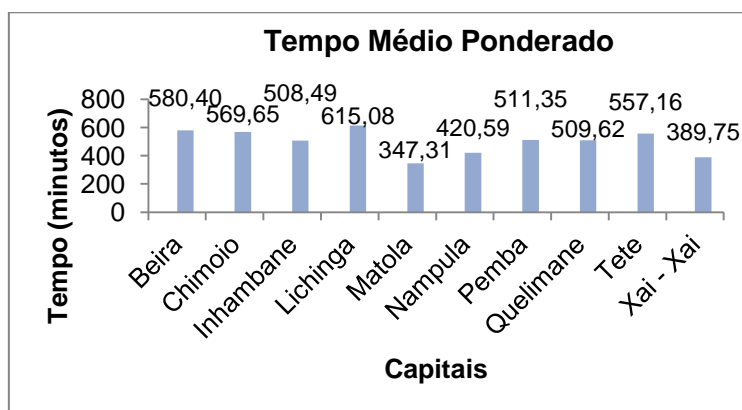


Figura 59 – Tempo Médio Ponderado para as dez províncias

Estes tempos médios representam o valor médio da acessibilidade nas condições de análise previamente definidas, pelo que não podem ser considerados em termos absolutos, mas somente em termos comparativos.

5.3.7 Indicador Agregado

Devido às limitações comparativas que os indicadores de Tempo Médio Ponderado podem acarretar, desenvolveu-se um outro indicador agregado resultante do quociente entre o Tempo Médio Ponderado e o somatório da variável em análise, neste caso a população. Deste modo, após obter os valores dos Tempos Médios Ponderados para cada uma das dez províncias, procedeu-se ao cálculo deste novo indicador agregado. Designou-se por Indicador Agregado Global (IGA). Os resultados obtidos estão apresentados no seguinte quadro.

Quadro 11 – Indicador Agregado Global

Província	Capital	Indicador Agregado
Sofala	Beira	27,07
Manica	Chimoio	29,31
Inhambane	Inhambane	18,01
Niassa	Lichinga	19,66
Maputo	Matola	17,83
Nampula	Nampula	33,78
Cabo Delgado	Pemba	21,03
Zambézia	Quelimane	31,65
Tete	Tete	22,53
Gaza	Xai - Xai	19,39

Com este indicador obtêm-se valores comparáveis em termos de *performance* global de acessibilidade, independentemente da população total exposta ser maior ou menor, uma vez que este vem normalizado em relação a essa variável.

5.3.7.1 Cálculo de rácios e outras comparações entre IAG's

Finalmente, podem definir-se rácios para comparação directa entre localidades, como é o caso apresentado, entre a Zambézia e o Inhambane:

$$\therefore \text{Racio}_{\text{Indicador Agregado}} = \frac{\text{Indicador Agregado}_{\text{Zambézia}}}{\text{Indicador Agregado}_{\text{Inhambane}}} = \frac{31,65}{18,01}$$

$$\therefore \text{Racio}_{\text{Indicador Agregado}} = 1,76$$

Deste modo conclui-se que o Indicador Agregado Global da província de Zambézia é cerca de 76% superior ao correspondente indicador para Inhambane. Isto significa que, em princípio, em termos de acessibilidade genérica, a Zambézia se apresenta como uma província com oportunidades demográficas 76% superiores ao Inhambane.

Para além deste tipo de comparação, também é possível fazer comparações mais abrangentes, que englobem todas as províncias. Esta análise envolve o cálculo do valor médio do IAG, e a consequentemente parametrização do IAG de cada província em função do valor médio:

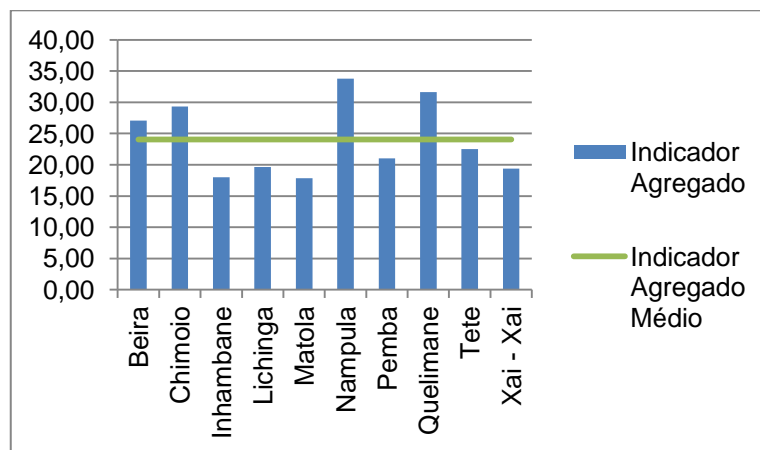


Figura 60 – Comparação entre os IAG's das províncias e o valor médio

O Indicador Agregado Médio de Moçambique é de aproximadamente 24 [1.000 hab./min.]. As províncias que ultrapassam o patamar do valor médio são nomeadamente: Sofala (Beira), Manica (Chimoio), Nampula (Nampula) e Zambézia (Quelimane). O mesmo gráfico pode ser apresentado em termos de percentagem.

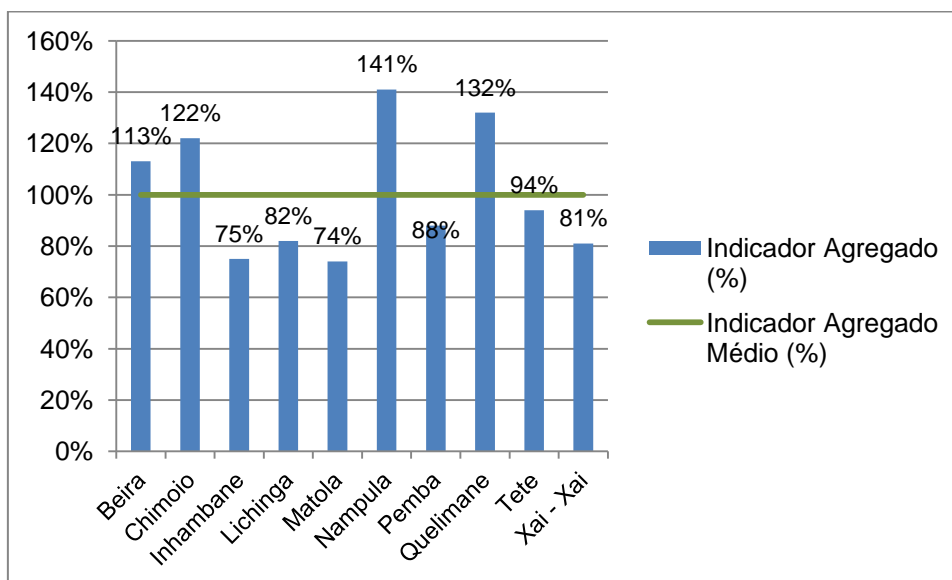


Figura 61 - Comparação entre os Indicadores Agregados (percentagem)

As províncias de Niassa (Lichinga), Cabo Delgado (Pemba) e Tete (Tete) possuem um valor de IAG mais próximo do IAG médio. Finalmente, se se quiser evidenciar as oscilações em torno da média, os valores podem ser apresentados como oscilações relativas:

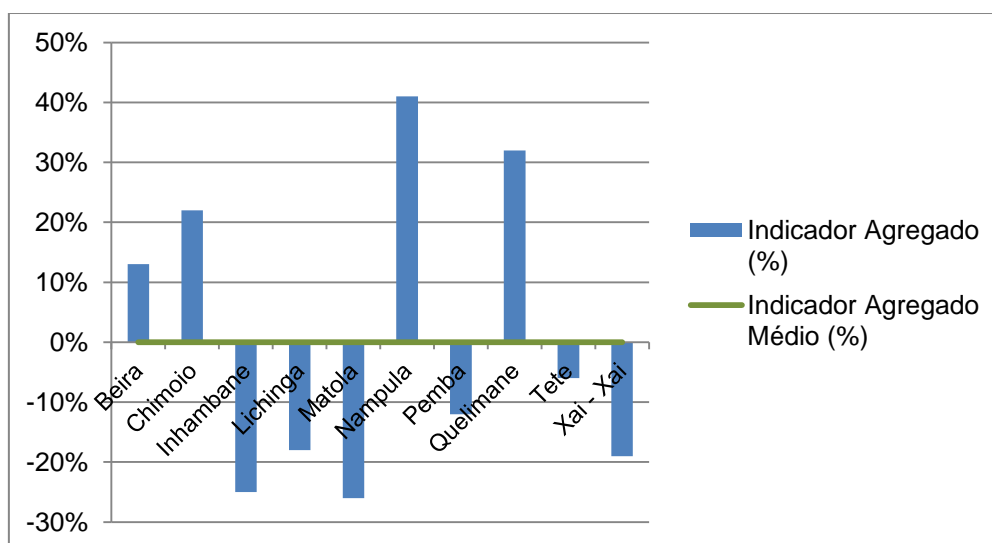


Figura 62 – Oscilação do Indicador Agregado

5.3.8 Indicador de Gutierrez e Urbano

Complementarmente, calculou-se também um indicador discreto clássico, o Indicador de Gutierrez e Urbano. Este foi calculado para as dez províncias, utilizando a equação nº 14 e com o objectivo de comparação de metodologias entre a utilização da formulação discreta (com as variáveis todas concentradas em pontos) e a formulação com recurso a SIG's e a técnicas complexas de geoprocessamento. Para o seu cálculo utilizaram-se, os tempos de percurso entre as capitais de cada Província, em minutos.

t _{ij} (minutos)	Destinos										
	O/D	Beira	Chimoio	Inhambane	Lichinga	Matola	Nampula	Pemba	Quelimane	Tete	Xai - Xai
O r i g e n s	Beira	0	163	608	973	934	778	1146	420	448	759
	Chimoio	163	0	561	715	887	789	1157	431	290	713
	Inhambane	608	561	0	1437	380	1242	1620	884	844	205
	Lichinga	973	715	1437	0	1740	568	811	714	424	1560
	Matola	934	887	380	1740	0	1560	1920	1207	1168	177
	Nampula	778	789	1242	568	1560	0	372	421	802	1392
	Pemba	1146	1157	1620	811	1920	372	0	789	1170	1740
	Quelimane	420	431	884	714	1207	421	789	0	443	1034
	Tete	448	290	844	424	1168	802	1170	443	0	996
	Xai - Xai	759	713	205	1560	177	1392	1740	1034	996	0

Figura 63 – Matriz dos Tempos de Percurso, em minutos, entre as capitais de Província

Em relação ao número de habitantes, foram também utilizados os valores disponibilizados pelo portal do INE de Moçambique.

Quadro 12 – População de cada província de Moçambique

Província	Capital	População
SOFALA	Beira	1.642.920
Manica	Chimoio	1.412.248
Inhambane	Inhambane	1.271.818
Niassa	Lichinga	1.170.783
Maputo	Matola	2.300.524
Nampula	Nampula	4.005.369
Cabo Delgado	Pemba	1.606.568
Zambézia	Quelimane	3.849.455
Tete	Tete	1.783.967
Gaza	Xai - Xai	1.228.514

(fonte: INE, Moçambique – Censos 2007)

Após a aplicação, da equação nº14 obteve-se o seguinte valor para o Indicador de Gutierrez e Urbano, para a província de Maputo.

Província Maputo - Capital Matola						
O/D	Matola	População	$t_{ij} \times Pop_j$	$\sum Pop_j$	$\sum (t_{ij} \times Pop_j)$	$A_i = \frac{\sum_{j=1}^n (t_{ij} \times Pop_j)}{\sum_{j=1}^n Pop_j}$
Beira	934	1.642.920	1.534.487.280	20.272.166	21.588.003.335	
Chimoio	887	1.412.248	1.252.663.976			
Inhambane	380	1.271.818	483.290.840			
Lichinga	1740	1.170.783	2.037.162.420			
Matola	0	2.300.524	0			
Nampula	1560	4.005.369	6.248.375.640			
Pemba	1920	1.606.568	3.084.610.560			
Quelimane	1207	3.849.455	4.646.292.185			
Tete	1168	1.783.967	2.083.673.456			
Xai - Xai	177	1.228.514	217.446.978			

Figura 64 – Cálculo para determinar o Indicador de Gutierrez e Urbano para a província de Maputo

Deste modo, o valor obtido para a província de Maputo, cuja Capital é Matola, é de cerca de 1.065 minutos.

Os cálculos, para as restantes províncias constam no Anexo III da presente dissertação. No entanto, de seguida apresenta-se um gráfico global com o valor obtido para este indicador por capital de província.

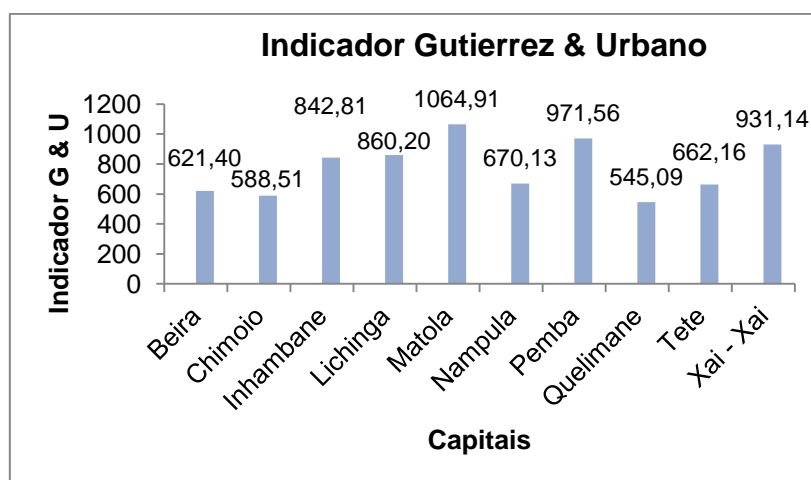


Figura 65 – Indicador de Gutierrez e Urbano das dez províncias (tempo médio ponderado, em minutos)

5.3.9 Comparação entre o Indicador de Gutierrez e Urbano e o Tempo Médio Ponderado obtido com recurso a geoprocessamento SIG

Para fazer a analogia entre o Indicador de Gutierrez e o Tempo Médio Ponderado obtido com recurso a geoprocessamento SIG, foi necessário ter em conta algumas condições. Isto porque o cálculo do Tempo Médio Ponderado, foi efectuado tendo como premissa a

restrição do tempo máximo de viagem até às 16 horas, o equivalente a 960 minutos (isócrona máxima permitida pelo modelo).

Assim sendo, optou-se por recalcular novamente o Indicador de Gutierrez e Urbano, de modo a não entrar com os tempos de viagem superiores aos 960 minutos. Assim, na matriz inicial dos tempos de viagem entre as capitais de cada uma das dez províncias, marcou-se como excepção os tempos superiores a 960 minutos.

t _{ij} (minutos)	Destinos										
	O/D	Beira	Chimoio	Inhambane	Lichinga	Matola	Nampula	Pemba	Quelimane	Tete	Xai - Xai
Orizanges	Beira	0	163	608	973	934	778	1146	420	448	759
	Chimoio	163	0	561	715	887	789	1157	431	290	713
	Inhambane	608	561	0	1437	380	1242	1620	884	844	205
	Lichinga	973	715	1437	0	1740	568	811	714	424	1560
	Matola	934	887	380	1740	0	1560	1920	1207	1168	177
	Nampula	778	789	1242	568	1560	0	372	421	802	1392
	Pemba	1146	1157	1620	811	1920	372	0	789	1170	1740
	Quelimane	420	431	884	714	1207	421	789	0	443	1034
	Tete	448	290	844	424	1168	802	1170	443	0	996
	Xai - Xai	759	713	205	1560	177	1392	1740	1034	996	0

Figura 66 – Matriz dos Tempos de Percurso, em minutos, entre as capitais de Província, com limitação do tempo de viagem até 960 minutos

Posto isto, calculou-se este indicador com esta restrição, para todas as províncias. A título de exemplo apresenta-se o cálculo efectuado para determinar este indicador para a província de Maputo.

Província Maputo - Capital Matola						
O/D	Matola	População	t _{ij} x Pop _j	∑ Pop _j	∑ (t _{ij} x Pop _j)	$A_i = \frac{\sum_{j=1}^n (t_{ij} \times Pop_j)}{\sum_{j=1}^n Pop_j}$
Beira	934	1.642.920	1.534.487.280	7.856.024	3.487.889.074	
Chimoio	887	1.412.248	1.252.663.976			
Inhambane	380	1.271.818	483.290.840			
Lichinga	0	0	0			
Matola	0	2.300.524	0			
Nampula	0	0	0			
Pemba	0	0	0			
Quelimane	0	0	0			
Tete	0	0	0			
Xai - Xai	177	1.228.514	217.446.978			

Figura 67 – Cálculo para determinar o Indicador de Gutierrez e Urbano para a província de Maputo, com limitação do tempo de viagem até 960 minutos

Deste modo, o valor do Indicador de Gutierrez e Urbano, com a restrição do tempo de viagem a 960 minutos, para a província de Maputo, cuja Capital é Matola, é de cerca de 444 minutos.

Os cálculos para as restantes províncias constam nos anexos à dissertação. No entanto, de seguida apresenta-se um gráfico onde estão todos os valores obtidos deste Indicador para as províncias em questão.

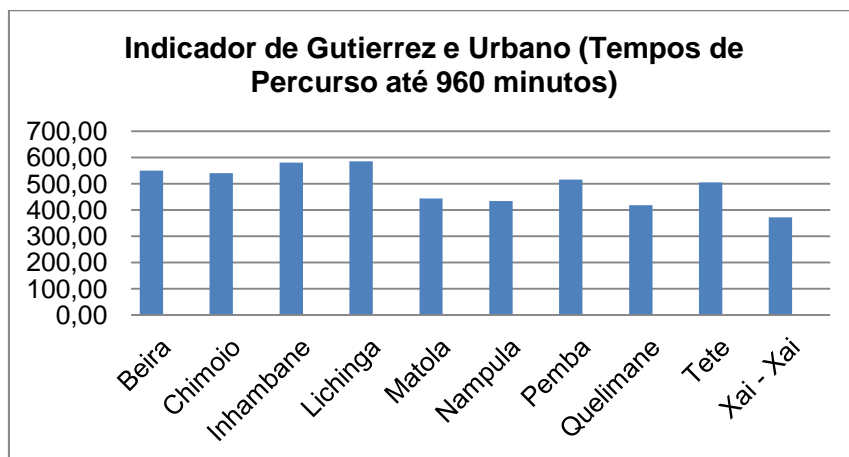


Figura 68 – Gráfico do Indicador de Gutierrez e Urbano, com limitação do tempo de viagem até 960 minutos

De salientar que, no cálculo do Indicador de Gutierrez e Urbano se utilizou o número de habitantes das províncias, obtido através do portal do INE de Moçambique, concentrado na capital de província. Entretanto, no cálculo do Tempo Médio Ponderado através de geoprocessamento em SIG, utilizou-se a população ‘calculada’ através do produto entre a densidade populacional e as áreas resultantes da intersecção entra as coroas (entre as isócronas) criadas no *ArcMap* e os distritos de cada província. De qualquer maneira, os dados originais da população por distrito eram oriundos da mesma fonte.

De seguida, apresenta-se o gráfico comparativo dos valores obtidos para cada um destes indicadores.

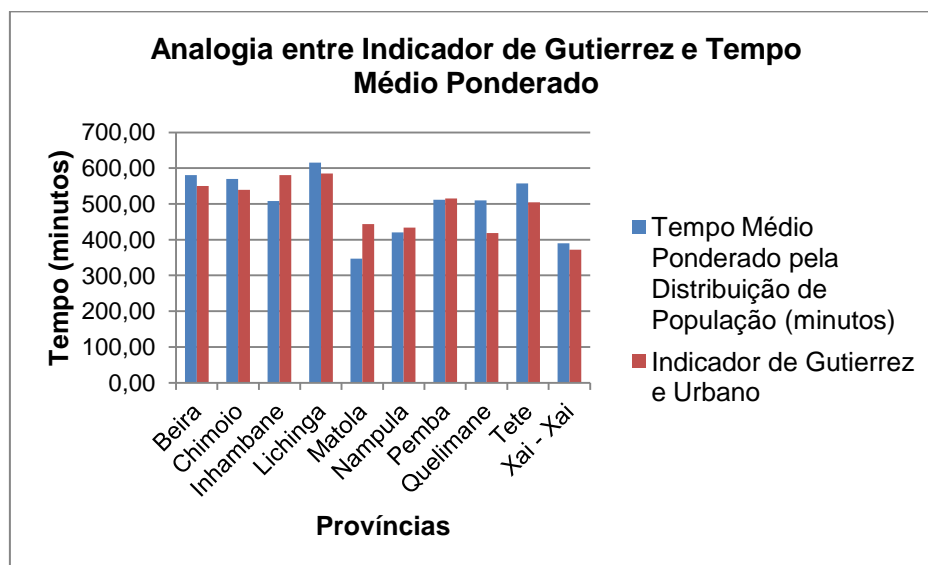


Figura 69 – Analogia entre Indicador de Gutierrez e Tempo Médio Ponderado

Pode verificar-se que a diferença entre os mesmos é reduzida, devendo-se sobretudo à diferença do modelo de ‘espalhamento’ da população pelo território. No caso do indicador de Gutierrez e Urbano a variável população, discreta, está concentrada em pontos, enquanto para o Tempo Médio Ponderado, ela está distribuída uniformemente pelo território. O valor exacto deste indicador de acessibilidade estará contido entre estes dois valores extremos e corresponderá à distribuição real da população.

5.4 Indicadores de acessibilidade económica baseados nas capitais de província

Ao nível da acessibilidade económica, o potencial de interacção de uma determinada região é caracterizado pela riqueza da actividade regional, medida pelo Produto Interno Bruto (PIB), expresso em unidades monetárias, relativas a um ano base.

Para o cálculo da acessibilidade económica genérica seguiu-se o mesmo procedimento que foi aplicado para a determinação da acessibilidade demográfica.

Recorrendo aos dados disponibilizados pelo INE de Moçambique, em suporte digital foi possível fazer o levantamento do PIB (per capita) de Moçambique em 2009, por província, a *Preços Constantes de 2003*.

Figura 70 – Produto Interno Bruto de Moçambique por Regiões

	Preços Constantes de 2003 (10 ³ MT)									
Região/Províncias	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Norte	19.012,4	21.145,4	23.025,4	24.603,1	26.183,2	28.225,9	30.856,3	33.281,1	35.819,3	38.167,9
Niassa	2.612,2	2.969,5	3.367,0	3.663,1	3.914,9	4.247,9	4.574,2	4.906,2	5.208,7	5.578,5
Cabo Delgado	3.945,0	4.444,5	4.956,4	5.439,7	5.859,7	6.303,6	6.964,5	7.281,0	7.768,5	8.294,1
Nampula	12.455,2	13.731,5	14.701,9	15.500,3	16.408,7	17.674,4	19.317,5	21.094,0	22.842,2	24.295,2
Centro	28.466,7	31.889,3	35.108,3	37.528,3	40.363,5	43.953,0	48.208,0	51.861,2	54.774,5	58.491,4
Zambézia	8.677,3	9.701,3	10.664,3	11.345,2	12.067,9	131.437,0	14.385,3	15.534,6	16.586,1	17.645,5
Tete	5.046,2	5.582,4	6.239,5	6.819,3	7.501,0	8.356,7	9.356,9	10.071,3	9.969,9	10.763,5
Manica	4.438,9	4.991,8	5.552,6	5.899,0	6.333,2	6.740,1	7.409,2	7.916,8	8.512,3	9.082,9
Sofala	10.304,3	11.613,9	12.652,1	13.464,8	14.461,4	15.712,5	17.056,5	18.338,6	19.706,2	20.999,5
Sul	37.510,1	42.369,6	46.078,6	48.841,3	53.174,9	57.584,6	61.966,2	66.157,5	71.041,0	75.395,5
Inhambane	5.365,4	5.935,5	6.533,7	6.909,0	7.851,1	8.510,1	9.470,2	10.315,7	11.065,9	11.800,6
Gaza	4.466,5	5.004,1	5.480,8	5.790,7	6.172,8	6.567,3	7.128,1	7.780,4	8.417,7	8.948,8
Maputo	11.093,7	13.055,4	14.276,0	15.554,3	16.829,5	17.936,4	19.227,0	20.250,5	21.679,7	22.950,1
Cidade de Maputo	16.584,5	18.374,7	19.788,2	20.587,3	22.321,4	24.570,7	26.140,8	27.810,8	29.877,7	31.696,0
Moçambique	84.989,3	95.404,3	104.212,3	110.972,7	119.721,6	129.763,5	141.030,4	151.299,9	161.634,9	172.054,8

(fonte: INE de Moçambique, Indicadores Macroeconómicos – Contas Nacionais (2009))

Para além dos dados económicos, são necessários também os dados relativos ao número total de habitantes de cada província Moçambicana, para determinar a densidade do PIB de cada Província. Estes dados foram obtidos mais uma vez a partir do Documento: Terceiro Recenseamento Geral da População e Habitação em Moçambique – Censos 2007, disponível no Portal do INE de Moçambique.

Ao contrário da população, para a qual foram usados dados desagregados ao distrito para o cálculo da densidade populacional, no caso da acessibilidade económica foi utilizada a densidade do PIB relativa à província, por não existirem dados mais desagregados do valor do PIB.

5.4.1 Determinação da Densidade de PIB de cada província

A densidade de PIB representa o poder e oportunidades económicas de cada província, podendo ser descrita através da seguinte fórmula matemática:

$$Dens_{PIB} = \frac{PIB_{per\ capita} \times População}{Área\ de\ cada\ Província} \quad \text{Equação nº 23}$$

No ArcMap, na tabela de atributos da *feature class* Províncias, para determinar a densidade do PIB, primeiro fez-se corresponder a cada uma das províncias em causa o valor do PIB e o número de habitantes. Em seguida criou-se um novo campo na mesma tabela de atributos, através do comando *options* → *addfield*. Depois, com a opção de *Field Calculator* do ArcMap, calculou-se a densidade do PIB utilizando a equação anterior.

OBJECTID	Shape	ID	PROVINCIA	Shape Length	Shape Area	Code	Provincia	Populacao	Area km2	PIB Precos Co	PIB Precos C	regiao provincias Project.DENS	PIB 2
1	Polygon	0	ZAMBEZIA	8380,878579	4093552,037652	1	ZAMBEZIA	152,842618	4,093552	17645,5	17645500	658837211,246313	
2	Polygon	0	ZAMBEZIA	7364,495896	942384,816401	2	ZAMBEZIA	35,186205	0,942385	17645,5	17645500	658837211,246313	
3	Polygon	0	CABO DELGAD	1936941,928374	78008870032,8599	3	CABO DELGAD	1606568	78008,870033	8294,1	8294100	170814365,637998	
4	Polygon	0	NIASSA	1916469,02877	129405358983,326	4	NIASSA	1170783	129405,358983	5578,5	5578500	50470962,07462	
5	Polygon	0	NAMPULA	2232182,37564	78300497986,1514	5	NAMPULA	4005369	78300,497986	24295,2	24295200	1242792107,73361	
6	Polygon	0	MAPUTO	1089356,65982	23661108610,8737	6	MAPUTO	2300524	23661,108611	54646,1	54646100	5313135010,8687	
7	Polygon	0	ZAMBEZIA	2155800,680148	103094116696,019	7	ZAMBEZIA	3849266,971177	103094,116696	17645,5	17645500	658837211,246313	
8	Polygon	0	GAZA	1541754,889146	75472469753,1881	8	GAZA	1228514	75472,469753	8948,8	8948800	145665381,286076	
9	Polygon	0	INHAMBANE	1824713,107055	68778289556,5985	9	INHAMBANE	1271818	68778,289557	11800,6	11800600	218211525,578134	
10	Polygon	0	SOFALA	2185243,004753	67758281653,7285	10	SOFALA	1642920	67758,281654	20999,5	20999500	509170210,607039	
11	Polygon	0	TETE	2138038,494768	100872470524,216	11	TETE	1783967	100872,470524	10763,5	10763500	190356483,832626	
12	Polygon	0	MANICA	1994846,7686	62382713110,9192	12	MANICA	1412248	62382,713111	9082,9	9082900	205589831,24193	

Figura 71 – Tabela de atributos da *feature classe* Províncias - cálculo da densidade do PIB

5.4.2 Cálculo, a partir das capitais de província, das isócronas e respectivas coroas de acessibilidade

Em seguida procedeu-se ao cálculo, a partir das capitais de província, das isócronas e respectivas coroas de acessibilidade. Para tal, usaram-se os intervalos de tempo já definidos para a análise demográfica. Tendo em conta o critério anterior, estabeleceram-se os seguintes intervalos de tempo: [0 - 60], [60 – 120], [120 - 180], [180 – 240], [360 – 480] e [480 – 960] minutos.

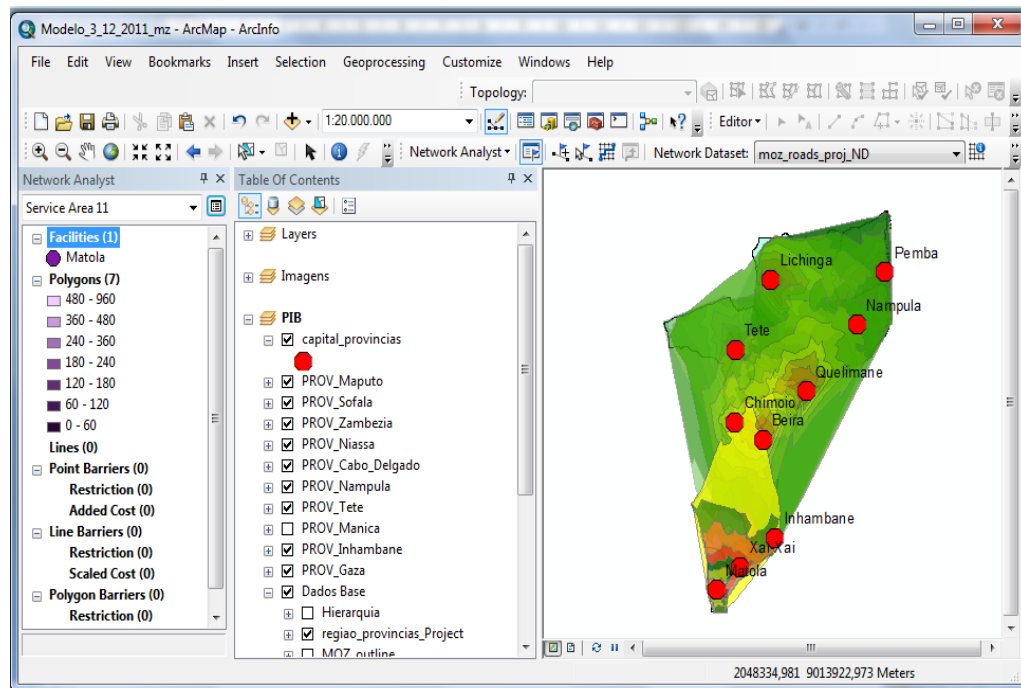


Figura 72 – Criação dos polígonos correspondentes às isócronas para a densidade do PIB, definidas a partir das capitais das províncias

5.4.3 Intersecção entre as províncias e as coroas de acessibilidade correspondentes às isócronas

O passo seguinte é a intersecção entre as províncias e as coroas de acessibilidade correspondentes às isócronas, de forma que cada província fique dividida em segmentos associados a um índice de acessibilidade (neste caso o intervalo de tempo da coroa), permitindo numa fase subsequente identificar toda a população que cai dentro de cada um dos intervalos de acessibilidade.

A intersecção foi feita com base no mesmo procedimento adoptado anteriormente, na análise da acessibilidade demográfica, seguindo os seguintes passos: Arc Tool Box → Analysis Tools → Overlay → Intersect. O mapa apresenta o seguinte aspecto:

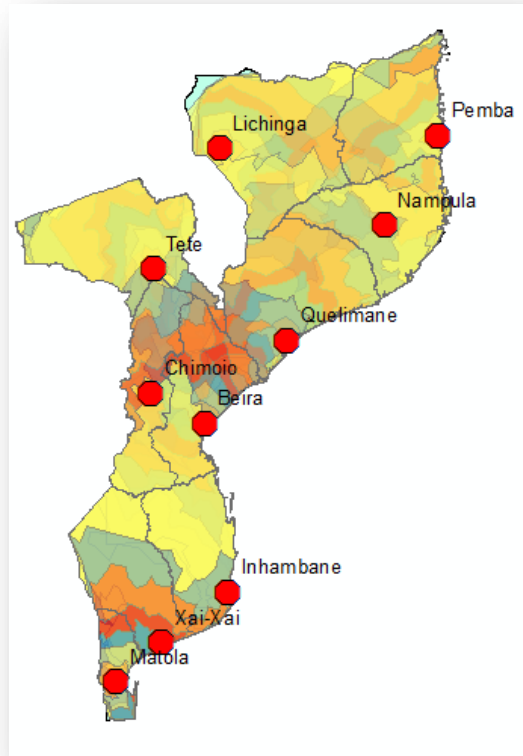


Figura 73 – Intersecção entre as coroas de acessibilidade e as províncias.

Após a intersecção entre as províncias e as coroas de acessibilidade, é necessário determinar as novas áreas. Para tal, as áreas recalculam-se, através do comando *calculate geometry*, obtendo-se as áreas de cada “pedacinho” de província resultante da intersecção destas com cada uma das coroas de acessibilidade.

5.4.4 Distribuição do PIB pelas coroas de acessibilidade

Após a fase anterior, procedeu-se à exportação dos valores da tabela de atributos para o *Excel* para serem alvo de processamento adicional até se chegar para cada província, à distribuição pelas diversas coroas de acessibilidade do PIB alcançado. Este é um primeiro indicador vectorial, da tendência quantitativa e qualitativa (através da representação gráfica) da distribuição da acessibilidade económica, a partir de cada capital de província.

Pretende-se então determinar o nível económico de casa zona e para tal aplicou-se a seguinte equação:

$$PIB = Dens_{PIB} \times \text{Área}$$

Equação nº 18

Deste modo, para cada intervalo de tempo obteve-se um determinado valor de PIB para cada uma das dez províncias moçambicanas. A título de exemplo, apresenta-se a distribuição do PIB (em 10⁹ Meticais), para a província de Maputo:

Quadro 13 - Distribuição da acessibilidade económica com base no PIB, a partir da Matola, província de Maputo

Maputo (10 ⁹ MT)	
0 - 60	26.293
60 - 120	38.331
120 - 180	29.815
180 - 240	20.634
240 -360	12.755
360 - 480	7.962
480 - 960	35.108

Com base nos valores representados no quadro anterior, apresenta-se o seguinte gráfico, que traduz a distribuição pelos intervalos de tempo do valor do PIB, para a Província de Maputo:

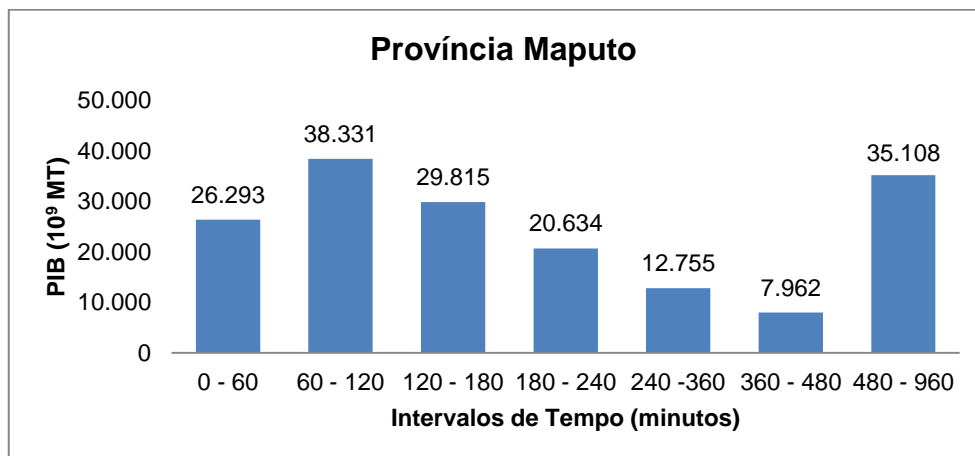


Figura 74 – Gráfico de distribuição da acessibilidade económica com base no PIB, a partir da Matola, Província de Maputo.

A partir deste gráfico é possível concluir que existem interessantes oportunidades económicas, acessíveis a partir desta província, a 2 ou 3 horas de viagem, a partir de Matola, capital da mesma. Existe também um outro nível de oportunidades económicas na coroa de acessibilidades entre os 480 a 960 minutos, as quais também representam oportunidades, porque apanham a riqueza das províncias adjacentes, nomeadamente Gaza e Inhambane, apesar de deverem ser relativizadas, face às oportunidades mais próximas.

Tal como em relação à breve análise feita, em relação à Província de Maputo, é possível fazer o mesmo para as restantes províncias. Deste modo, consegue-se chegar a quatro padrões qualitativos de distribuição da acessibilidade demográfica que caracterizam as províncias moçambicanas, tal como se ilustra na próxima secção.

5.4.5 Padrões de Distribuição do PIB

O cálculo do Indicador de Acessibilidade Económica permitiu determinar a distribuição do PIB pelas dez províncias moçambicanas, criando quatro padrões diferentes de distribuição desta variável vectorial.

5.4.5.1 Padrão I – PIB concentrado nas coroas entre as 8 a as 16 horas

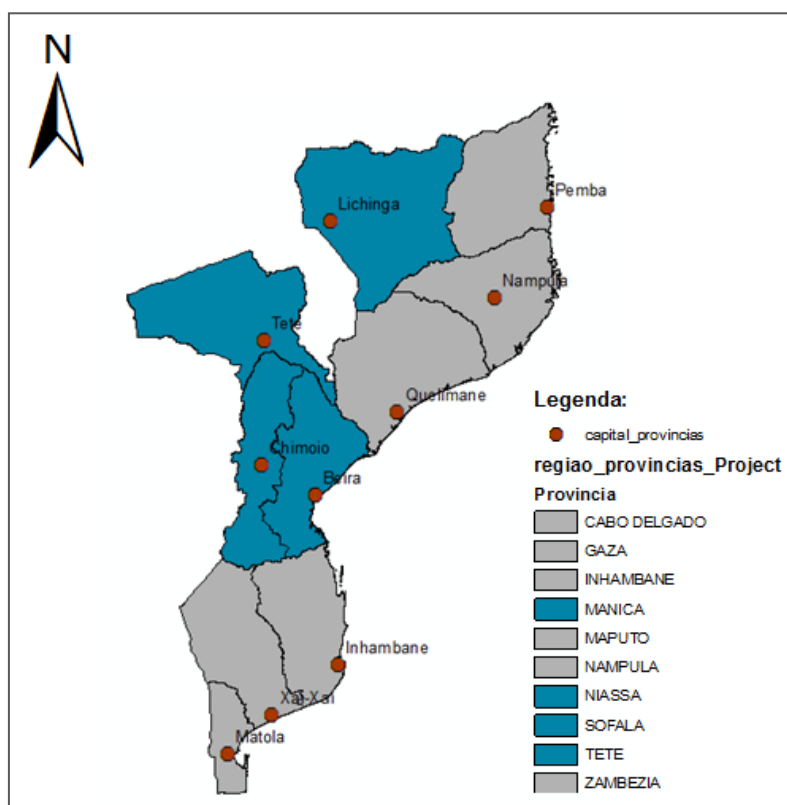


Figura 75 – Distribuição do PIB concentrado nas coroas entre as 8 a as 16 horas (área azul)

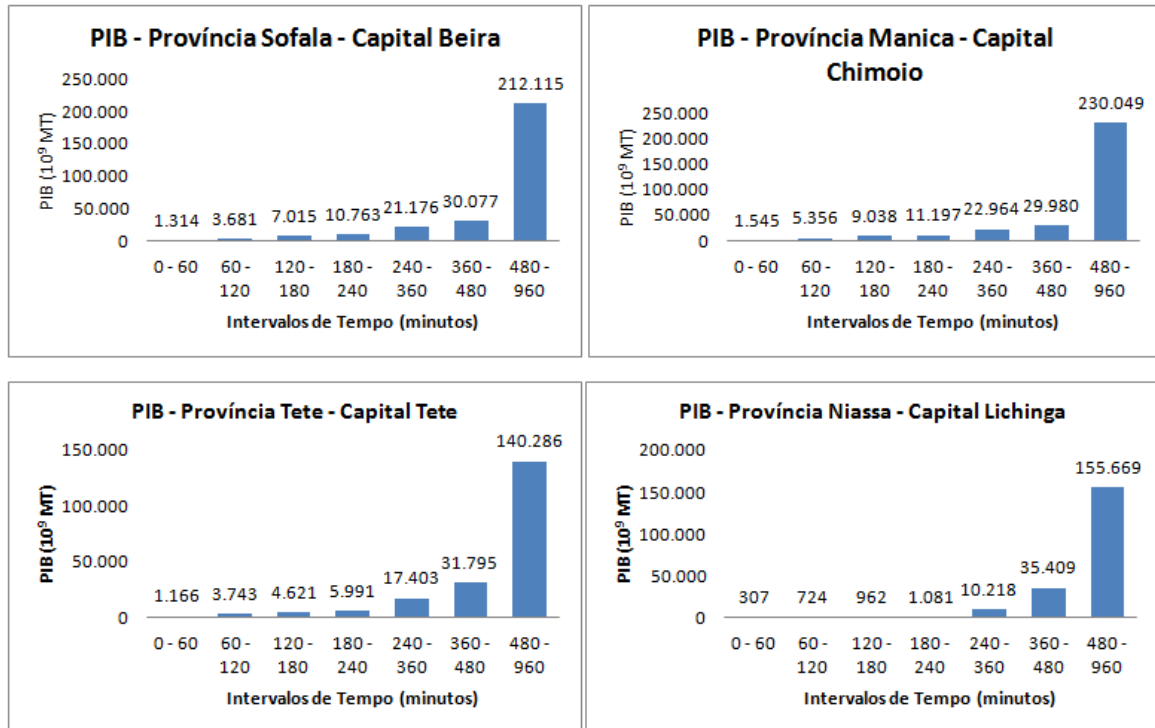


Figura 76 – Gráficos de distribuição da acessibilidade ao PIB – padrão I

Com base nos gráficos anteriores, conclui-se efectivamente que as oportunidades económicas acessíveis a estas 4 províncias estão concentradas na última isócrona de tempo, correspondente a 480 a 960 minutos, o que é indiciador em termos genéricos, de má acessibilidade. De salientar que são províncias localizadas no centro e norte do país.

5.4.5.2 Padrão II - PIB concentrado nas coroas entre as 4 a as 16 horas

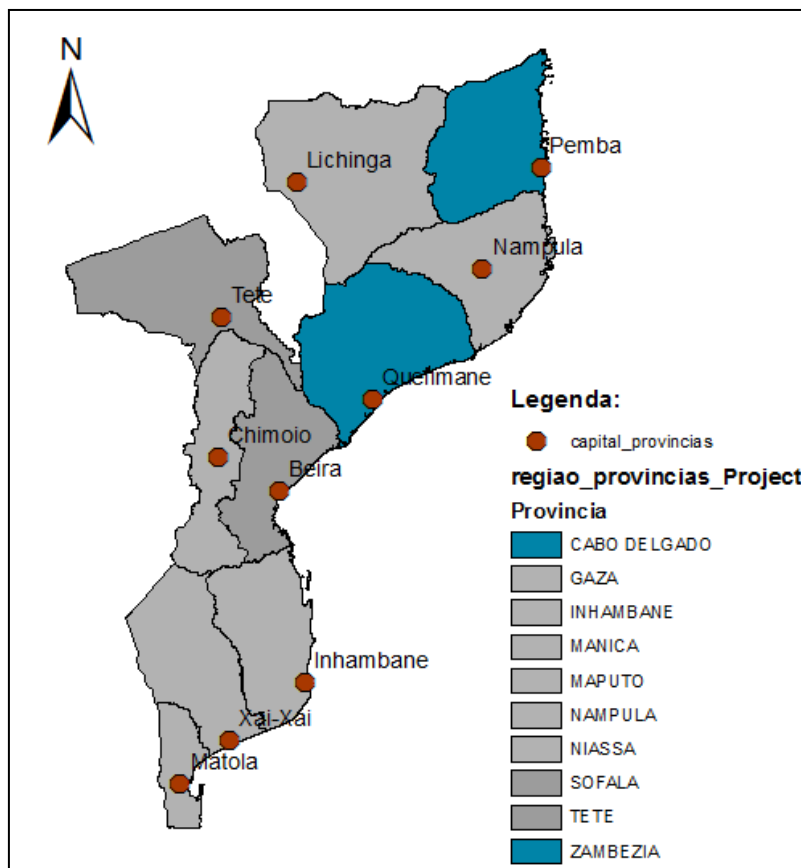


Figura 77 – Distribuição do PIB concentrado nas coroas entre as 4 e as 16 horas (área azul)

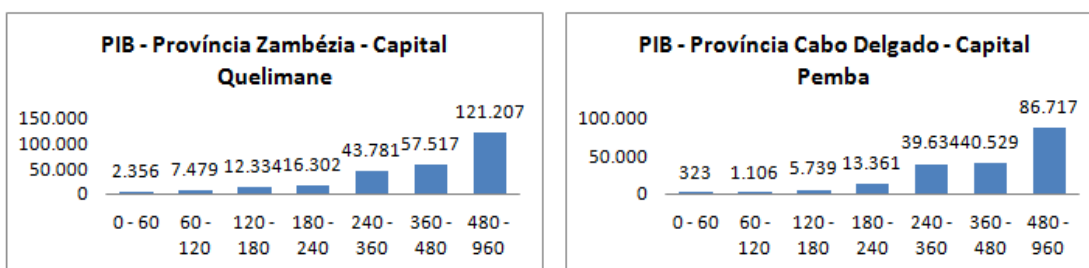


Figura 78 – Gráficos de distribuição da acessibilidade ao PIB – padrão II

A partir destes gráficos foi possível concluir que a Zambézia e o Cabo Delgado são duas províncias situadas no norte, e ambas apresentam oportunidades de acesso a PIB a partir da quarta isócrona de tempo (240 a 360 minutos). Esta situação genérica é mais vantajosa do que a verificado no padrão I.

5.4.5.3 Padrão III – Distribuição do PIB semi-homogénea a dispersa

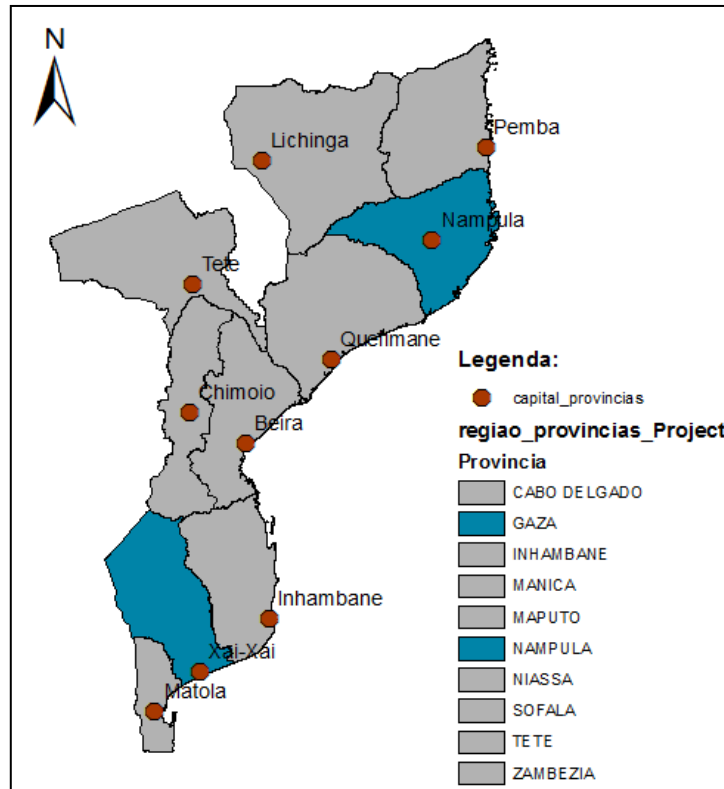


Figura 79 – Distribuição do PIB semi-homogénea a dispersa (área azul)

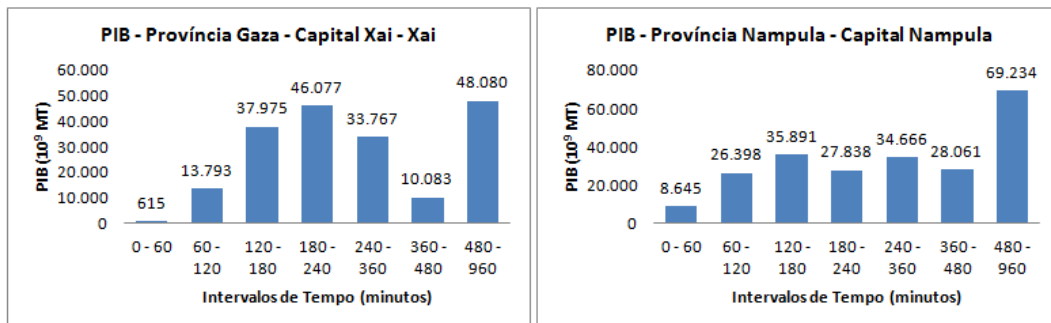


Figura 80 - Gráficos de distribuição da acessibilidade ao PIB – padrão III

Com base nestes gráficos é possível concluir que o PIB destas duas províncias, Gaza e Nampula têm uma distribuição que se pode classificar como semi-homogénea a dispersa (espalhada, mas não uniforme). Por outras palavras, todas (ou quase todas) as coroas de acessibilidade possuem um valor quantitativo do PIB com relevância, o que em termos genéricos demonstra ser uma importante vantagem para estas províncias, ou seja, são províncias com maior influência económica.

5.4.5.4 Padrão IV – Casos especiais de distribuição do PIB

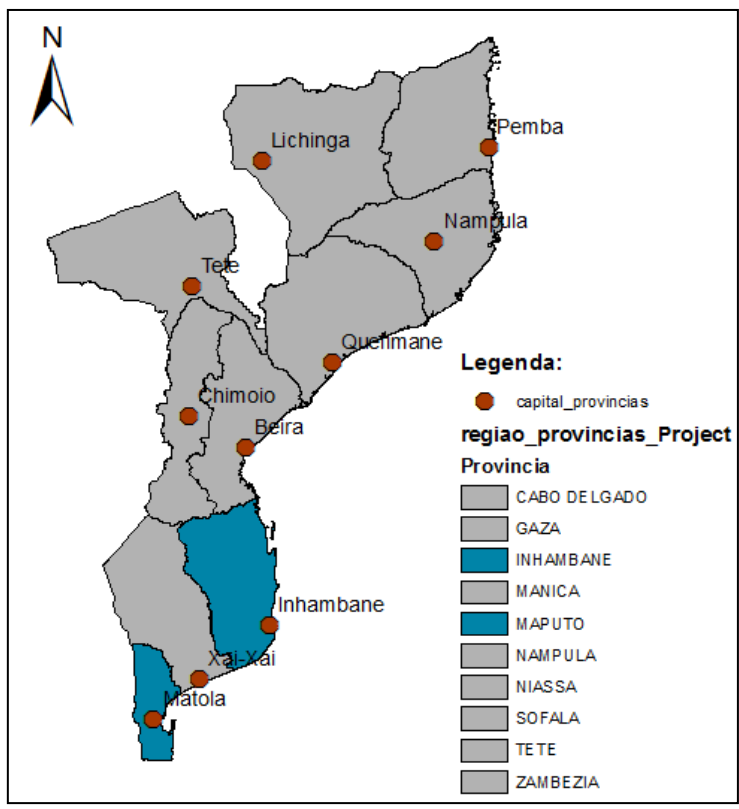


Figura 81 – Casos especiais de distribuição do PIB

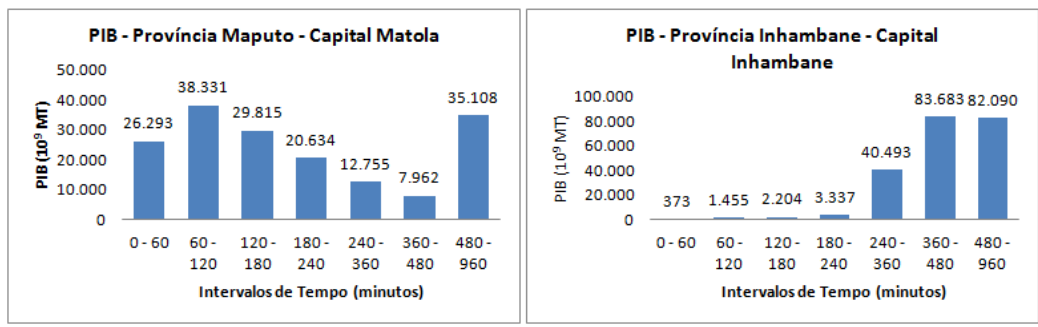


Figura 82 - Gráficos de distribuição da acessibilidade ao PIB – padrão IV

A partir da análise anterior é possível concluir que existe uma certa dicotomia entre estas duas províncias situadas no sul de Moçambique. Maputo é a mais importante, pois é onde está localizada a capital do país, e logicamente terá mais actividades e serviços, contribuindo conseqüentemente para uma melhor distribuição do PIB ao longo das coroas mais próximas. Por outro lado, a província de Inhambane, apesar de também fazer parte das províncias do sul, continua a ter uma certa carência na acessibilidade ao PIB de proximidade, resultando daí a dicotomia referida anteriormente. Deste modo, analisando bem o comportamento do PIB na província de Inhambane, pode-se considerar

que ela pertence ao padrão II definido anteriormente, apesar das oportunidades económicas existentes nas últimas coroas corresponderem ao acesso à província de Maputo, o que por si pode ser considerado uma situação especial, já que as províncias incluídas no padrão II terão à partida menos oportunidades económicas do que as do padrão II e IV.

5.4.6 Tempo Médio Ponderado pela Distribuição do PIB

Depois do cálculo das oportunidades associadas à distribuição do PIB e de analisar os quatro tipos de padrões encontrados, procede-se ao cálculo de um único indicador agregado, ponderando o tempo médio de cada coroa com o PIB acessível dentro desta coroa (como já foi definido no capítulo 2). Obtém-se assim um indicador que é o Tempo Médio Ponderado pela Distribuição do PIB nas coroas de acessibilidade. Este indicador traz a grande vantagem de ao ser agregado, permitir a fácil comparação entre níveis distintos de acessibilidade económica regional.

Este é um indicador que auxilia a perceber qual o tempo médio ponderado da acessibilidade às oportunidades económicas, a partir de cada província. Para calcular este indicador aplicou – se a equação nº16.

A título de exemplo apresenta-se o cálculo efectuado para determinar este indicador para a província de Maputo.

Província Maputo - Capital Matola						
Isócronas de Tempo	t'	PIB	(t' x PIB)	$\sum(t' \times \text{PIB})$	$\sum \text{PIB}$	Tempo Médio Ponderado (minutos)
0 - 60	30	2,6293E+13	7,8879E+14	4,54923E+16	1,70898E+14	266,20
60 - 120	90	3,8331E+13	3,44979E+15			
120 - 180	150	2,9815E+13	4,47225E+15			
180 - 240	210	2,0634E+13	4,33314E+15			
240 - 360	300	1,2755E+13	3,8265E+15			
360 - 480	420	7,962E+12	3,34404E+15			
480 - 960	720	3,5108E+13	2,52778E+16			

Figura 83 – Tempo Médio Ponderado pela distribuição do PIB – província de Maputo

Assim sendo, obteve – se para a província de Maputo, um Tempo Médio Ponderado pela Distribuição do PIB da ordem dos 266 minutos. Os cálculos para as restantes Províncias constam no Anexo IV da presente dissertação. No quadro apresenta-se a síntese do valor obtido para as restantes províncias.

Quadro 14 – Tempo Médio Ponderado pela Distribuição do PIB para as dez províncias

Províncias	Capitais	Tempo Médio Ponderado
Cabo Delgado	Pemba	507,58
Gaza	Xai - Xai	344,63
Inhambane	Inhambane	503,54
Manica	Chimoio	610,56
Maputo	Matola	266,20
Nampula	Nampula	372,29
Niassa	Lichinga	638,37
Sofala	Beira	612,95
Tete	Tete	287,59
Zambézia	Quelimane	500,34

5.4.7 Indicador Agregado

Como já foi referido anteriormente, devido às limitações comparativas que os indicadores do tipo Tempo Médio Ponderado podem acarretar, desenvolveu-se um outro indicador agregado resultante do quociente entre o Tempo Médio Ponderado e o somatório da variável em análise, neste caso o PIB. Deste modo, após obter os valores dos Tempos Médios Ponderados pela Distribuição do PIB para cada uma das dez províncias, procedeu-se ao cálculo deste novo indicador agregado. Designou-se por Indicador Agregado Global relativo ao PIB (IGA_{PIB}). Os resultados obtidos estão apresentados no seguinte quadro.

Quadro 15 – Indicador Agregado Global relativo ao PIB

Províncias	Capitais	Indicador Agregado
Cabo Delgado	Pemba	369,22
Gaza	Xai - Xai	552,44
Inhambane	Inhambane	424,27
Manica	Chimoio	507,94
Maputo	Matola	642,00
Nampula	Nampula	619,77
Niassa	Lichinga	320,14
Sofala	Beira	466,82
Tete	Tete	2.303,60
Zambézia	Quelimane	521,59

Com este indicador obtêm-se valores comparáveis em termos de performance global de acessibilidade, independentemente do valor do PIB total exposto em cada análise ser maior ou menor, uma vez que este vem normalizado em relação a essa variável.

5.4.7.1 Cálculo de rácios e outras comparações entre IAG's

Tal como no caso da acessibilidade demográfica, podem definir-se rácios para comparação directa entre localidades, como é o caso apresentado, entre a província de Sofala e a província de Maputo:

$$\therefore Racio_{Indicador\ Agregado} = \frac{Indicador\ Agregado_{Maputo}}{Indicador\ Agregado_{Sofala}} = \frac{642,00}{466,82}$$

$$\therefore Racio_{Indicador\ Agregado} = 1,38$$

Deste modo conclui-se que o Indicador Agregado Global relativo ao PIB da província de Maputo é cerca de 38% superior ao correspondente indicador para a província de Sofala. Isto significa que, em princípio, em termos de acessibilidade económica genérica, Maputo se apresenta como uma província com oportunidades 38% superiores às de Sofala.

Este resultado deve ser interpretado à luz do enquadramento definido pelo modelo criado, que à partida pareçam lógicas. Isto porque, visto que Maputo é a província e contém a cidade mais desenvolvida de Moçambique devem ser, eventualmente, tidos em conta outros factores que não são explicitamente capturados pelo modelo desenvolvido.

Mais uma vez, apresenta-se a análise mais abrangente, que engloba todas as províncias, permitindo fazer a comparação e criação de patamares entre as mesmas. Esta análise envolve o cálculo do valor médio do IAG_{PIB}, e a conseqüentemente parametrização do IAG_{PIB} de cada província, em função do valor médio:

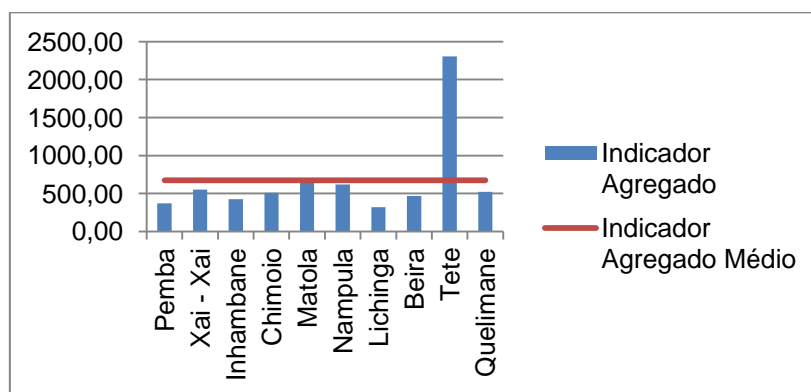


Figura 84 – Comparação entre os IAG_{PIB}'S das províncias e o valor médio

Com base neste gráfico, é possível concluir que o Indicador Agregado Médio relativo ao PIB toma o valor aproximado de 673. Tete é a única província que ultrapassa o patamar do valor médio. Por outro lado as Províncias de Maputo (Matola), Gaza (Xai – Xai) e Nampula (Nampula) são as que apresentam um valor mais próximo do Indicador Agregado Médio.

Para uma melhor compreensão, apresenta-se o mesmo gráfico em termos percentuais. Ou seja, atribuiu-se ao Indicador Agregado Médio o valor de 100%, e obtém-se o valor relativo do IAG por província, e em termos percentuais.

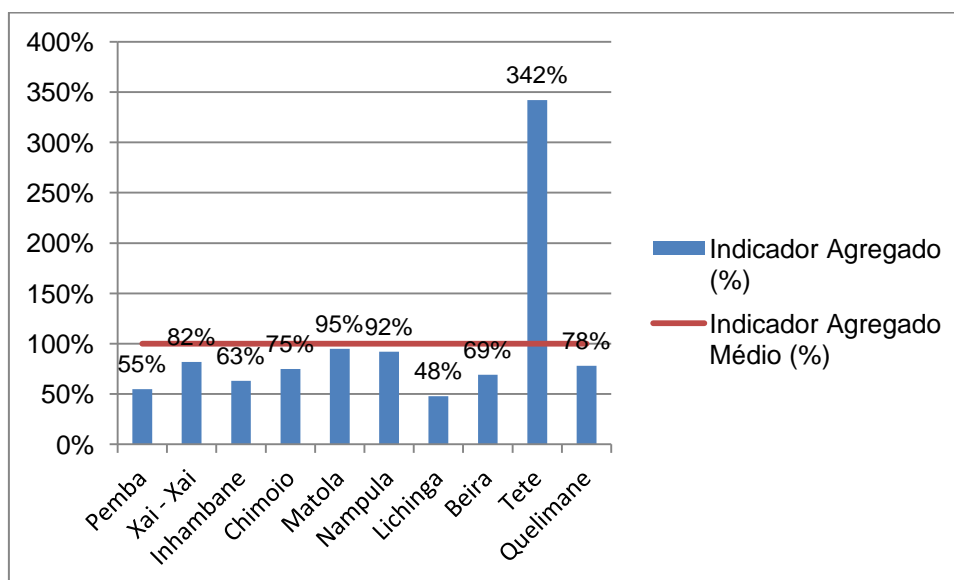


Figura 85 – Comparação entre Indicadores Agregados relativos ao PIB, em percentagem (%)

Deste modo, verifica-se mais uma vez de que a província de Tete possui um Indicador Agregado que ultrapassa a referência. As províncias de Gaza (Xai - Xai), Maputo (Matola) e de Nampula (Nampula) possuem um valor do IAG_{PIB} muito próximo do Indicador

Agregado Médio. A Província de Niassa (Lichinga) é a província que tem o valor mais baixo para este indicador.

Finalmente, se se quiser evidenciar as oscilações em torno da média, os valores podem ser apresentados como oscilações relativas:

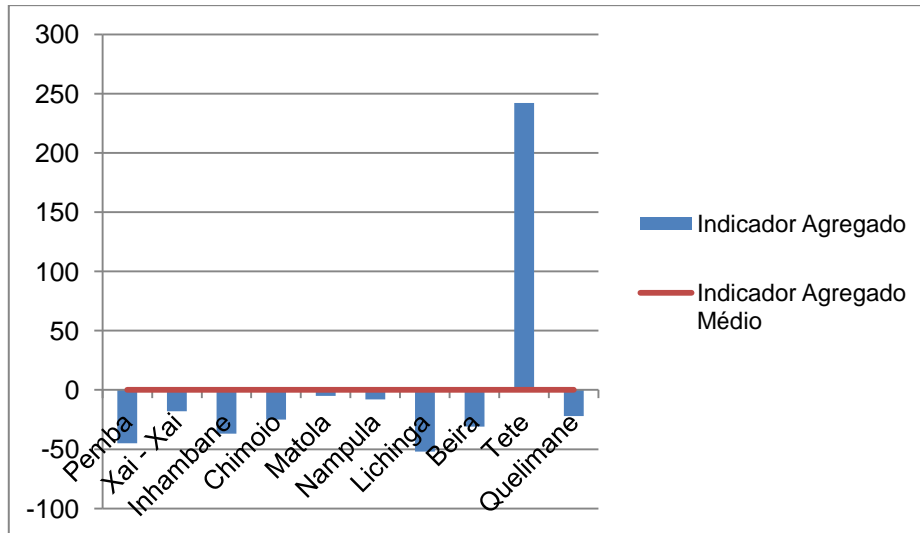


Figura 86 – Oscilação do Indicador Agregado relativo ao PIB

5.4.8 Indicador de Gutierrez e Urbano relativo ao PIB

Complementarmente, calculou-se também um indicador discreto clássico, o Indicador de Gutierrez e Urbano relativo à acessibilidade económica com base no PIB. Este foi calculado para as dez províncias, utilizando a equação nº 14 e, tal como já foi referido, tem como objectivo a comparação de metodologias entre a utilização da formulação discreta (com as variáveis todas concentradas em pontos) e a formulação com recurso a SIG's e a técnicas complexas de geoprocessoamento. Para o seu cálculo utilizaram-se, os tempos de percurso entre as capitais de cada província, em minutos.

t _{ij} (minutos)	Destinos										
	O/D	Beira	Chimoio	Inhambane	Lichinga	Matola	Nampula	Pemba	Quelimane	Tete	Xai - Xai
O R I G E N S	Beira	0	163	608	973	934	778	1146	420	448	759
	Chimoio	163	0	561	715	887	789	1157	431	290	713
	Inhambane	608	561	0	1437	380	1242	1620	884	844	205
	Lichinga	973	715	1437	0	1740	568	811	714	424	1560
	Matola	934	887	380	1740	0	1560	1920	1207	1168	177
	Nampula	778	789	1242	568	1560	0	372	421	802	1392
	Pemba	1146	1157	1620	811	1920	372	0	789	1170	1740
	Quelimane	420	431	884	714	1207	421	789	0	443	1034
	Tete	448	290	844	424	1168	802	1170	443	0	996
	Xai - Xai	759	713	205	1560	177	1392	1740	1034	996	0

Figura 87 – Matriz dos Tempos de Percurso, em minutos, entre as capitais de província

Em relação ao PIB, foram também utilizados os valores disponibilizados pelo portal do INE de Moçambique.

Quadro 16 - PIB de cada província de Moçambique

Província	Capital	PIB (10 ³ MT)
Sofala	Beira	21.000
Manica	Chimoio	9.083
Inhambane	Inhambane	11.801
Niassa	Lichinga	5.579
Maputo	Matola	54.646
Nampula	Nampula	24.295
Cabo Delgado	Pemba	8.294
Zambézia	Quelimane	17.646
Tete	Tete	10.764
Gaza	Xai - Xai	8.949

(fonte: INE, Moçambique)

Após a aplicação, da equação nº14 obteve-se o seguinte valor para o indicador de Gutierrez e Urbano, para a província de Maputo.

Província Maputo - Capital Matola							
O/D	Matola (t _{ij})	PIB (10 ³ MT)	PIB (MT)	t _{ij} x PIB _j	Σ PIB _j	Σ (t _{ij} x PIB _j)	$A_i = \frac{\sum_{j=1}^n (t_{ij} \times PIB_j)}{\sum_{j=1}^n PIB_j}$
Beira	934	21.000	20.999.500	19613533000	172.054.700	1,3114E+11	
Chimoio	887	9.083	9.082.900	8056532300			
Inhambane	380	11.801	11.800.600	4484228000			
Lichinga	1740	5.579	5.578.500	9706590000			
Matola	0	54.646	54.646.100	0			
Nampula	1560	24.295	24.295.200	37900512000			
Pemba	1920	8.294	8.294.100	15924672000			
Quelimane	1207	17.646	17.645.500	21298118500			
Tete	1168	10.764	10.763.500	12571768000			
Xai - Xai	177	8.949	8.948.800	1583937600			

Figura 88 – Cálculo para determinar o Indicador de Gutierrez e Urbano para a acessibilidade económica para a província de Maputo

Deste modo, o valor obtido para a província de Maputo, cuja Capital é Matola, é de cerca de 762 minutos.

Os cálculos para as restantes províncias constam nos anexos à dissertação. No entanto, de seguida apresenta-se um quadro global com o valor obtido para este indicador por capital de província.

Quadro 17 – Indicador de Gutierrez e Urbano (PIB) para as dez províncias

Província	Capital	Indicador de G&U
Sofala	Beira	654,18
Manica	Chimoio	629,89
Inhambane	Inhambane	678,80
Niassa	Lichinga	1107,89
Maputo	Matola	762,20
Nampula	Nampula	919,36
Cabo Delgado	Pemba	1245,30
Zambézia	Quelimane	720,12
Tete	Tete	779,47
Gaza	Xai - Xai	699,92

5.4.9 Comparação entre o indicador de Gutierrez e Urbano e o Tempo Médio Ponderado relativo ao PIB, obtido com recurso a geoprocessamento SIG

Mais uma vez, para fazer a analogia entre o indicador de Gutierrez e Urbano e o Tempo Médio Ponderado relativo ao PIB obtido com recurso a geoprocessamento SIG, foi

necessário ter em conta algumas condições. Neste caso, teve-se em conta a restrição do tempo, que não deve exceder as 16 horas, o equivalente a 960 minutos, visto que as isócronas foram criadas até este limite, e o Tempo Médio Ponderado foi também determinado seguindo este mesmo limite de 16 horas.

Assim optou-se por recalcular novamente o indicador de Gutierrez e Urbano, de modo a não entrar em conta com os tempos de viagem superiores aos 960 minutos. Deste modo, na matriz inicial dos tempos de viagem entre as capitais de província, os tempos superiores a 960 minutos foram marcados como excepção.

t _{ij} (minutos)	Destinos										
	O/D	Beira	Chimoio	Inhambane	Lichinga	Matola	Nampula	Pemba	Quelimane	Tete	Xai - Xai
O r i g e n s	Beira	0	163	608	973	934	778	1146	420	448	759
	Chimoio	163	0	561	715	887	789	1157	431	290	713
	Inhambane	608	561	0	1437	380	1242	1620	884	844	205
	Lichinga	973	715	1437	0	1740	568	811	714	424	1560
	Matola	934	887	380	1740	0	1560	1920	1207	1168	177
	Nampula	778	789	1242	568	1560	0	372	421	802	1392
	Pemba	1146	1157	1620	811	1920	372	0	789	1170	1740
	Quelimane	420	431	884	714	1207	421	789	0	443	1034
	Tete	448	290	844	424	1168	802	1170	443	0	996
	Xai - Xai	759	713	205	1560	177	1392	1740	1034	996	0

Figura 89 – Matriz dos Tempos de Percurso, em minutos, entre as capitais de província, com limitação do tempo de viagem até 960 minutos

Seguiu-se portanto, o mesmo procedimento utilizado anteriormente, recalculando o indicador de Gutierrez e Urbano com esta restrição, para todas as províncias.

A título de exemplo apresenta-se o cálculo efectuado para determinar este indicador para a província de Maputo.

Província de Maputo - Capital Matola						
O/D	Matola	PIB (10 ³ MT)	PIB (MT)	t _{ij} x PIB _j	∑ PIB _j	∑ (t _{ij} x PIB _j)
Beira	934	21000	20999500	19613533000	105477900	3,3738E+10
Chimoio	887	9083	9082900	8056532300		
Inhambane	380	11801	11800600	4484228000		
Lichinga	0	0	0	0		
Matola	0	54646	54646100	0		
Nampula	0	0	0	0		
Pemba	0	0	0	0		
Quelimane	0	0	0	0		
Tete	0	0	0	0		
Xai - Xai	177	8949	8948800	1583937600		

$$A_i = \frac{\sum_{j=1}^n (t_{ij} \times PIB_j)}{\sum_{j=1}^n PIB_j}$$

319,86

Figura 90 – Cálculo para determinar o Indicador de Gutierrez e Urbano para a província de Maputo, com limitação do tempo de viagem até 960 minutos

O valor do indicador de Gutierrez e Urbano encontrado, com a restrição do tempo de viagem a 960 minutos, para a província de Maputo, cuja Capital é Matola, é de cerca de 320 minutos.

Os cálculos, para as restantes províncias constam nos anexos à dissertação. No entanto, de seguida apresenta-se um gráfico onde estão todos os valores deste indicador, obtidos para capitais de províncias em questão.

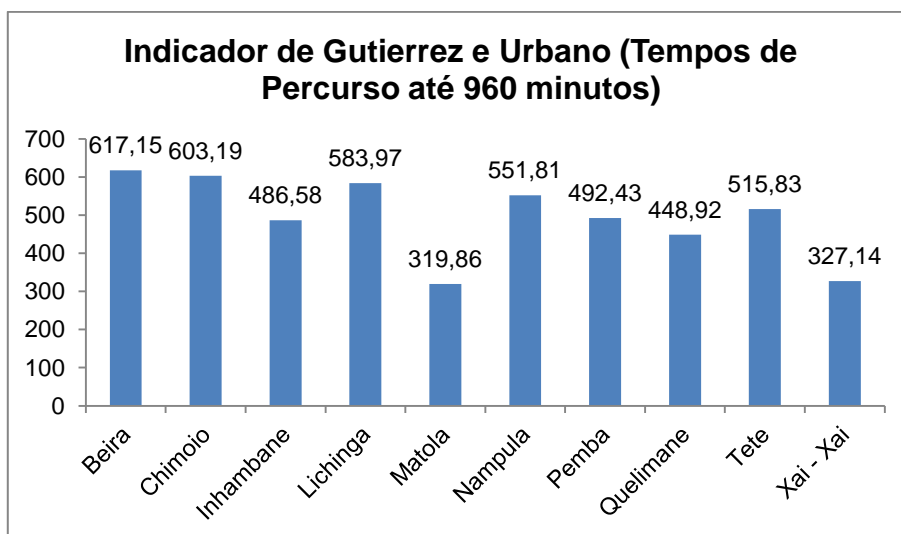


Figura 91 – Gráfico do Indicador de Gutierrez e Urbano, com limitação do tempo de viagem até 960 minutos

De salientar que, no cálculo do Indicador de Gutierrez e Urbano se utilizou o PIB total das províncias (obtido através do portal do INE de Moçambique), concentrado na capital de província. Entretanto, no caso do cálculo do Tempo Médio Ponderado através de geoprocessamento em SIG, utilizou-se o PIB 'calculado' através do produto entre a densidade do PIB e as áreas resultantes da intersecção entre as coroas (entre as isócronas) criadas no *ArcMap* e cada uma das províncias. De qualquer maneira, os dados originais do PIB por província eram os mesmos.

De seguida, apresenta-se o gráfico comparativo dos valores obtidos para cada um destes indicadores.

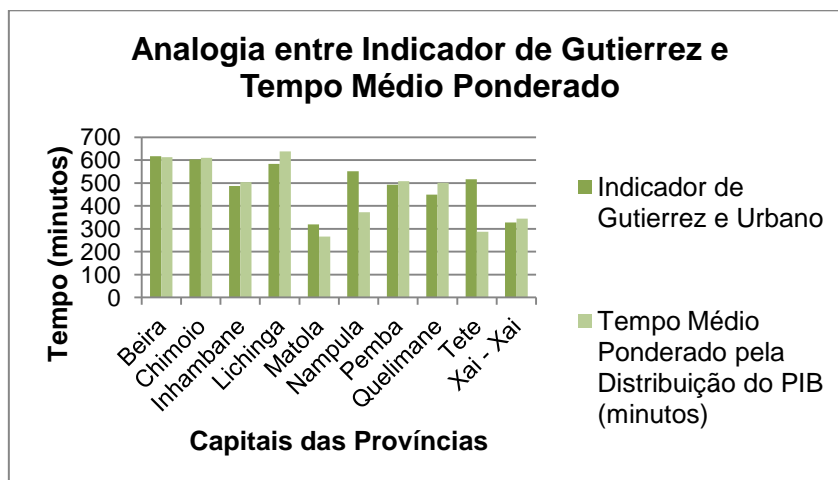


Figura 92 – Comparação entre Indicador de Gutierrez e Urbano e Tempo Médio Ponderado relativo à distribuição do PIB

Pode verificar-se que a diferença entre os indicadores reduzida, devendo-se sobretudo à diferença do modelo de ‘espalhamento’ do PIB pelo território. No caso do indicador de Gutierrez e Urbano a variável discreta PIB, está concentrada em pontos, enquanto no caso do Tempo Médio Ponderado, o PIB está distribuído uniformemente pelo território. O valor exacto deste indicador de acessibilidade estará contido entre estes dois valores extremos e corresponderá à distribuição real do PIB.

5.5 Súmula do Capítulo

Este capítulo transpôs o cálculo de Indicadores de Acessibilidade genéricos, através dos quais foi possível chegar a determinadas conclusões.

O conceito de acessibilidade pode ser compreendido como uma medida do potencial de oportunidades de interacção, a qual se relaciona com a dificuldade de alcançar um determinado objectivo.

Esta “dificuldade” pode, em termos genéricos, ser quantificada através de indicadores baseados em características preponderantemente geográficas e físicas das redes, como o Indicador de Sinuosidade (IS) ou a Velocidade Equivalente Recta (VER) ou através da quantificação do “objectivo” a alcançar, com base em variáveis demográficas e socioeconómicas, como a distribuição da população e do Produto Interno Bruto, entre outras.

Estes foram os quatro indicadores de acessibilidade genéricos que foram apresentados para o estudo global de caracterização das acessibilidades rodoviárias de Moçambique.

Os indicadores devem ser encarados como a base ou ponto de partida para o desenvolvimento e aprofundamento de outras análises de acessibilidade mais específicas.

A partir dos quatro indicadores de acessibilidade genéricos que anteriormente foram mencionados, conseguiu – se também determinar outros Indicadores que aproveitam alguns dados dos indicadores de acessibilidade genéricos, tais como:

- Padrões de Distribuição de População e PIB;
- Tempo Médio Ponderado pela Distribuição de População e PIB;
- Indicador Agregado e outras comparações;
- Indicador de Gutierrez e Urbano relativo à População e PIB;
- Comparação entre o Indicador de Gutierrez e Urbano e o Tempo Médio Ponderado.

6 Conclusões

A Acessibilidade pode ser definida como uma medida do potencial de oportunidades de interacção, tendo em conta que se trata apenas de uma condição necessária ao desenvolvimento económico das regiões. No entanto, a acessibilidade não é o único factor que consegue promover o desenvolvimento de certas regiões, existe uma influência de outros factores que juntamente com acessibilidade conseguem melhorar e promover um bom crescimento a uma determinada região. Tendo em conta isto, muitas vezes uma acessibilidade debilitada pode ser um factor de bloqueio ao desenvolvimento tão esperado.

Tal como foi referido no primeiro capítulo deste trabalho, o principal objectivo foi o de desenvolver um modelo rodoviário que permita efectuar a quantificação e a análise de acessibilidade rodoviárias regionais de Moçambique. A análise de acessibilidades só foi possível com a utilização de técnicas de análise de redes de transportes e de geoprocessamento, desenvolvidas com base num Sistemas de Informação Geográfica (SIG).

Por outro lado pretendeu – se com esta análise, facultar ou contribuir para o estudo das acessibilidades rodoviárias em Moçambique, de modo a disponibilizar um modelo que permita diagnosticar e propor cenários de intervenção na Rede Rodoviária de Moçambique. No fundo, a grande finalidade deste trabalho foi o de proporcionar uma ferramenta útil para o estudo da melhoria das acessibilidades no país.

Deste modo, a Acessibilidade e seus Indicadores podem ser considerados como ferramentas úteis para o Planeamento Estratégico dos Transportes em Moçambique. E o modelo de rede criado, para a presente análise, foi possível devido aos dados fornecidos pela Administração Nacional de Estradas (ANE) de Moçambique.

Em relação aos factores críticos de sucesso, esta análise das acessibilidades para Moçambique, enfrentou algumas condicionantes Primeiro para obter a rede, visto que o modelo foi estudado e calibrado em Portugal, foi necessário fazer contactos com as instituições Moçambicanas da área de Planeamento. No entanto, a obtenção de dados da rede foi possível após o contacto feito à Administração Nacional de Estradas, que muito amigavelmente forneceu todos os dados necessários e disponibilizou – se também para esclarecer algumas dúvidas.

Para além destes factores, foi necessário considerar a topologia da rede bem como corrigir o percurso de alguns arcos. Esta fase foi bem sucedida com o auxílio do *Arc Map* e *Google Earth*.

Outra dificuldade sentida durante a construção da rede, foi a fase da Calibração fina da Velocidade, com o intuito de obter tempos de viagem próximos da realidade Moçambicana. Para a obtenção destas velocidades correctamente calibradas, teve – sem em conta as varias características e condicionantes que afectam cada tipo de estrada (Hierarquia, Tipo de Pavimento, Estado da estrada), tal como foi descrito no Capítulo 4. Posto isto, as velocidades para cada tipo de estrada foram ajustadas de forma que os tempos de viagem obtidos no modelo da rede fossem mais próximos dos tempos obtidos através do inquérito realizado informalmente em Moçambique sobre os tempos de viagem entre 10 pares O/D.

Deste modo, apesar de algumas dificuldades, pode – se considerar que conseguiu – se obter uma rede correctamente calibrada e fidedigna.

Por último, em relação a proposta de futuros desenvolvimentos do estudo levado a cabo na presente dissertação, tem – se questões de âmbito conceptual e operacional.

Conceptualmente, espera – se que seja um modelo com um razoável potencial para o estudo de acessibilidades sectorial ou regional. Existe também, futuramente, a possibilidade de fazer a integração do modo ferroviário e das ligações aéreas e portuárias (artigos fora do âmbito do presente trabalho). Ou seja, no fundo sugere – se o aperfeiçoamento da modelação da rede multimodal.

Ainda na fase conceptual, os modelos propostos permitirão também localizar e identificar alguns troços de infra-estrutura em falta (*missing links*), considerados fundamentais para garantir níveis de acessibilidades mínimos necessários para garantir a viabilidade do transporte regional e internacional de mercadorias e pessoas, de modo a potenciar o esperado desenvolvimento económico e social de Moçambique no Século XXI.

Operacionalmente, sugere – se a automatização da análise do caso de estudo através da aplicação da ferramenta *Model Builder*, disponível no *Arc Map*. Visto que a maior parte da análise foi feita com o auxílio das ferramentas do *Network Analyst*, mas foi necessário repetir o processo para as 10 províncias Moçambicanas, o que com o *Model Builder* conseguiria – se obter um resultado mais rápido e em simultâneo para as 10 províncias de uma só vez.

Para concluir, visto que esta dissertação faz parte da execução do trabalho final de Mestrado, existe ainda muito por explorar e melhorar em termos da análise das acessibilidades, como continuação de trabalhos.

Por último, após a fase de validação do modelo da Rede Rodoviária de Moçambique, espera – se disponibilizar à ANE bem como às Autoridades de Transportes de Moçambique dos modelos construídos e dos resultados obtidos.

Referências Bibliográficas

Abandon, L. L. & Ortiz, A. G. (1996). La utilidad de los estúdios de impacto territorial: el caso de Plan de Carreteras de la comunidad Autónoma del País Vasco. Revista de accesibilidad y Territorio, VI: 78-87

AICEP (2010) “Dossier de Mercados – Moçambique” (2010)

Alves, P. e. A. Júnior (S/D). “Mobilidade e Acessibilidade Urbanas Sustentáveis: A Gestão da Mobilidade no Brasil” [Consultado a 28.11.2011]. Disponível em: <http://www.ambiente-augm.ufscar.br/uploads/A3-039.pdf>

ARRUDA, J. (1999). “Determinação do impacto de projectos de transportes na acessibilidade do trabalhador às principais zonas de empregos”. CNT/ANPET, orgs. Transporte em Transformação II, São Paulo, Makron Books,

ARRUDA, J. (1997). “Determinação do impacto de projectos de transportes na acessibilidade do trabalhador às principais zonas de empregos”. Congresso de ensino e pesquisa em transportes, 11, 1997. Anais Rio de Janeiro, ANPET,

BARTOLOMEU, R. & Caceres, A. (1992). “La accesibilidad a las redes de transporte como instrumento de evaluacion de cohesion económica y social”. Transport y Comunicaciones

Bastos Silva, A. e J. P. Silva (2008). “Estratégias de gestão da mobilidade em pólos universitários.” Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Coimbra, Coimbra

Bruton, N. J. (1979). “Introdução ao planeamento dos transportes”. Interciência, São Paulo, EDUSP

Cowen, D., 1991 - What is GIS? Em NCGIA Core Curriculum, Introduction to GIS, editado por M. F. Goodchild, K. K. Kemp (Santa Barbara, CA: National Center for Geographic Information and Analysis), 1-1:9.

CULLEN, Martin (2006) – Improving Transport Accessibility for all: Guide to Good Practice, ECMT 2006

CUMBE, Ângelo N. F. (2007) - O Património Geológico de Moçambique: Proposta de Metodologia de Inventariação, Caracterização e Avaliação. Tese (Mestrado) – Universidade do Minho – Escola de Ciências Departamento de Ciências da Terra

Referências Bibliográficas

DAHLGREN, A. (2008). "Planning Rescue Services With Non – Stationary Rescue Units" – Lund Institute of Technology – Lund University

Dalvi, M. Q. & Martin, K. (1976). "The measurement of acessibility some preliminary results". *Transportation*, vol. 5. N° 1:17-42

David Engwicht (1993), *Reclaiming Our Cities and Towns: Better Living with Less Traffic*, New Society Publishers (www.newsociety.com)

FIGUEIRA, Fátima Patrícia da Silva, 2001, *Medição da Acessibilidade no Contexto do Desenvolvimento Regional - Alterações de Acessibilidade Regional na Península Ibérica*, Lisboa: UTL, Instituto Superior Técnico

Frank, A.U., 1988. Requirements of a database management system for a GIS. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 54, 1557-1564.

Galán, J. et al (2002). "Determinación de la accesibilidad a los centros de actividad económica de extremadura mediante técnicas de SIG". XIV Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica, Santande

GEURS, Karst and van Wee, Bert. (2004) – Accessibility evaluation of land – use and transport strategies: review and research directions. S.I.: *Journal of Transport Geography*, 2004

Giuliano, G. et al. (2003). "Travel Patterns of the Elderly: The role of land use. Final report, Metrans Project". [Consultado a 02.05.2011]. Disponível em: <http://www.metrans.org/>

GOTO, Massa (2000) - *Uma Análise de Acessibilidade sob a Óptica de Equidade – O caso da Região Metropolitana de Belém*. São Carlos. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

GUIANNOPOULOS, G. A. & Boulougaris, G. A. (1989). Definition of accessibility for railway stations and its impacts on railway passenger demand. *Transportation Planning and Technology*

GUTIERREZ, J., URBAN, P. Accessibility in the European Union: the impact of the transEuropean road network. *Journal of Transport Geography*, v. 4, n. 1, p. 15-25, 1996.

HANDY, Susan L. (1992). Regional versus local accessibility. Neo – traditional development and its implications for non – work travel. Built Environment, v.18, n.4, p. 253 – 267.

HANSON, S. (1995) – Getting there: urban transportation in context. In: Hanson, S., ed The Geography of urban transportation. New York/London, The Guilford Press., p. 3 – 25.

Hanson, S. (2004). The context of urban travel – concepts and recent trends. In The geography of urban transportation, 3rd Edition; pp. 3 – 29

Ingram, M. H. (1995). Procedimento para determinação de índices de acessibilidade de transporte e tratamento cartográfico dos mesmos. Rio de Janeiro. 266 p. Dissertação de Mestrado. Instituto Militar de Engenharia.

Jones, S. R. (1981). Accessibility measures: a literature review. Transport and road research laboratory. Department of the environment. Department of transport. Laboratory report 967.

Lee, M. S. & Goulias, K. G. (1997). “Accessibility indicators for transportation planning using GIS”. Paper presented at the 76th Annual Transportation research board meeting. Paper nº 970160

Linneker, B. & Spence, N. (1992). “Accessibility measures compared in an analysis of the impact of the M25 London orbital motorway on Britain”. Environment and Planning A, Vol. 24, Nº 8: 1137-1154

LITMAN, T. (2008). “Evaluating Accessibility for Transportation Planning –Measuring People’s Ability to Reach Desired Goods and Activities”. 87th Transportation Research Board Annual Meeting Transportation

LITMAN, T.A. (2011). “Evaluating Accessibility for Transport Planning”- Victoria Transport Policy Institute

Maguire, D.J., 1991. An overview and definition of GIS. Em Geographical Information Systems, 1 – Principles, editado por D. J. Maguire, M. F. Goodchild, D. W. Rhind (London: Longman), 9-20.

MATE, Filipe (2010) – Rede de Transportes em Moçambique (Artigo) (<http://www.webartigos.com/autores/matefilipesilvestregmailcom/#content-top-list>)

MELO, J. C. (1975) – Planeamento de Transportes. McGraw Hill , São Paulo.

Referências Bibliográficas

MINED (1986). Atlas geográfico. Ministério da Educação, Esselte Map Service AB, Vol. 1, 2ª edição, revista actualizada, Estocolmo, Suécia

MOPTC (2009). Plano Estratégico dos Transportes 2008-2020. Lisboa

MORRIS et al. (1979). "Accessibility indicators for transport planning". Transportation research, Part A, Vol. 12: 91-109

ORDOSGOITIA, I.S; J.D.M; SOT, C.A. ÁNGEL. (2000). Análisis de la Acessibilidad vial em la región del occidente colombian. In: Congresso de Ingenieria del Transport, 4. Valencia – Espanha, p. 5-12.

PUEBLA, J. et al (1994). "Accesibilidad a los centros de actividad económica en España". Revistas de Obras Públicas

RAIA Jr., Archimedes Azevedo (2000) – Acessibilidade e Mobilidade na Estimativa de um Índice de Potencial de Viagens utilizando Redes Neurais Artificiais e Sistemas de Informações. Tese (Doutoramento) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

Richardson, A. & Young, N. (1982). "A measure of linked-trp accessibility". Transportation Planning and Technology,

Rodrigue, J. P. (2006) - The Geography of Transport Systems. Hofstra University, Department of Economics & Geography

Shimbel, A. (1953), "Structural parameters of communication networks". Bulletin of mathematical Biophyies, Vol. 15: 501-507

Soraya, (2008) – Impacto dos Transportes em Moçambique (<http://pt.scribd.com/soraya>)

Taafee, E. & Gauthier, H. (1973). Geography of transportation foundations of economic geography series. Englewood Cliffs, Prentice Hall.

Tomlin, D., 1991. The Raster GIS. Em NCGIA Core Curriculum, Introduction to GIS, editado por M. F. Goodchild, K. K. Kemp (Santa Barbara, CA: National Center for Geographic Information and Analysis), 4-1:9.

USAID (2006) "Proposta de Política dos Transportes Urbanos para Moçambique"

VASCONCELLOS, Eduardo Alcântara (2000) – Transporte Urbanos nos Países em Desenvolvimento: Reflexões e Propostas. São Paulo: Annablume.

VICKERMAN, R. W. (1974). "Accessibility, attraction and potential: a review of some concepts and their use in determining mobility". *Environment and Planning A*,

VIEGAS, Filipe André Roque (2008) – Critérios para a Implementação de Redes de Mobilidade Suave em Portugal: Um caso de Estudo no Município de Lagoa. Dissertação (Mestrado) – Instituto Superior Técnico – Universidade Técnica de Lisboa.

WACHS, M. R. & Kumagai, T. T. (1973). "Physical accessibility as a social indicator". *Socioeconomic planning science*

WACHS, M. R. & Kumagai, T. T. (1973). "Physical accessibility as a social indicator". *Socioeconomic planning science*

Walter G. Hansen (1959), "How Accessibility Shapes Land Use," *Journal of the American Institute of Planners*, Vol. 35, No. 2, pp. 73-76

.

Anexo I – Breve Definição sobre Topologia

Quando estamos a observar uma determinada paisagem, vista a partir de um planalto ou montanha, ou seja vista em planta, facilmente se conseguem identificar as ruas que se cruzam e os terrenos adjacentes. A lógica matemática que um computador aplica para identificar essas relações tem o nome de Topologia ou *Topology* (Arc-Gis Resource Center,2010)

A topologia define explicitamente as relações espaciais entre a conectividade e a contiguidade de uma determinada área, em termos geográficos. O princípio básico da topologia é muito simples: as relações espaciais são expressas em listas. Por exemplo, um polígono é definido por um conjunto de arcos que formam a sua fronteira. E cada um destes arcos estará integrado na lista das relações espaciais. Criar e armazenar relações topológicas proporciona muitas vantagens. Os dados são armazenados com eficiência, e assim outros grandes conjuntos de dados (ou *datasets*) podem ser rapidamente processados. Segundo o *Arc-Gis Resource Center (2010)*, a topologia facilita as funções analíticas, tais como o fluxo de modelagem **através das linhas de conexão** numa rede, combinando polígonos adjacentes com características semelhantes, identificando características adjacentes e sobrepondo características geográficas.

A estrutura topológica de uma cobertura suporta três principais conceitos topológicos:

- *Connectivity* / Ligação → o ponto de intersecção entre dois arcos origina um nó, ou seja, os arcos estabelecem ligação entre si através de nós.
- *Area Definition* / Formação de Áreas → uma área definida por vários por arcos, origina um polígono.
- *Contiguity* / Contiguidade → Os arcos têm direcção e sentido.

Conceito de *Connectivity*⁵

Conectividade é um conceito definido através da topologia arco-nó. Esta topologia é a base para as operações de traçado da rede e para a determinação de um caminho ao longo de uma rede. É um parâmetro que, por exemplo, permite identificar um percurso para o aeroporto ou estabelecer a ligação de um riacho a um rio, etc. Na estrutura de

⁵ Devido a este termo ser a designação de um comando do Arc Map, optou – se por não fazer a tradução.

dados arco-nó, um arco é definido por dois nós, um indica o início do arco e outro indica onde ele termina. A esta configuração é dado o nome de topologia arco-nó.

A topologia arco-nó é definida através de uma lista de incidências arco-nó. Esta lista identifica o nó inicial bem como o nó final que cada arco de uma rede contém. Certos arcos que estão ligados entre si, facilmente são determinados por terem em comum o mesmo nó de ligação.

No exemplo que se segue, constata-se que os arcos 1, 2 e 3 se intersectam por terem em comum o nó número 11. Deste modo, consegue-se perceber que é possível percorrer ao longo do arco 1 e virar para o arco 3 pois ambos partilham o mesmo nó, (11). No entanto, não é possível passar directamente do arco 1 para o arco 5 pois estes não partilham nenhum nó em comum.

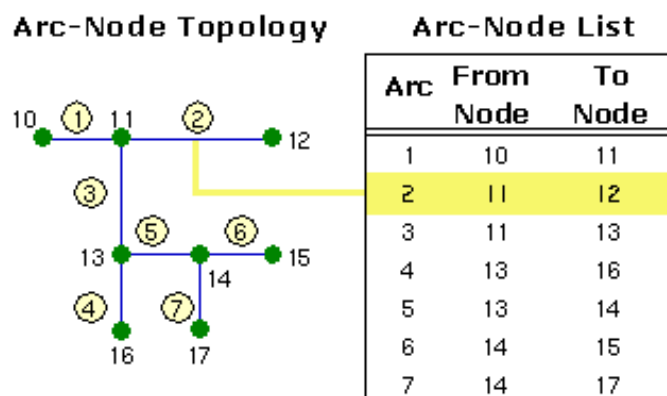


Figura 93 - Topologia Arco - Nó (fonte: Arc – Gis Resource Center, 2010)

Em seguida, apresenta-se o modelo da rede de rodoviária de Moçambique, mostrando a respectiva estrutura de arcos e nós.

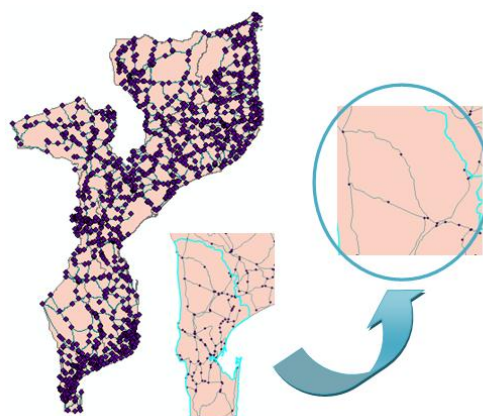


Figura 94 – Modelo da Rede Rodoviária de Moçambique, (fonte: adaptado de ANE, 2011)

Conceito de *Area Definition*⁶

Muitos elementos geográficos, como lagos, ilhas, divisões administrativas e outros tipos de zonamento, podem ser representados através de elementos de área. No modelo vectorial, é possível representar uma área a partir de arcos que delimitam a sua fronteira ou limite originando um polígono. No entanto existem sempre contradições no modelo vectorial, por exemplo para o caso de representar um lago com uma ilha no meio. O lago tem dois limites: um que define a sua borda externa e a da ilha que define a sua borda interna. Na terminologia do modelo vectorial, uma ilha define um limite interno (ou buraco) de um determinado polígono.

A estrutura arco - nó representa polígonos como uma lista ordenada de arcos ao invés de um circuito fechado de coordenadas x, y – topologia tipo Polígono - Arco. Na figura abaixo, é possível observar que o polígono F é formado pelos arcos 8,9, 10 e 7. O “0” antes do arco 7 indica que este mesmo arco cria uma ilha no polígono em questão. Cada arco aparece em dois polígonos, ou seja dois polígonos podem partilhar o mesmo arco (ver na figura abaixo, o arco 6 aparece na lista dos polígonos B e C). Sendo assim, visto que um polígono é traduzido por uma lista de arcos que estrutura ou forma a sua fronteira, as coordenadas dos arcos são armazenadas uma única vez. Deste modo, a quantidade de dados a guardar é reduzida e consegue-se garantir que não ocorra a sobreposição entre as fronteiras de dois polígonos adjacentes.

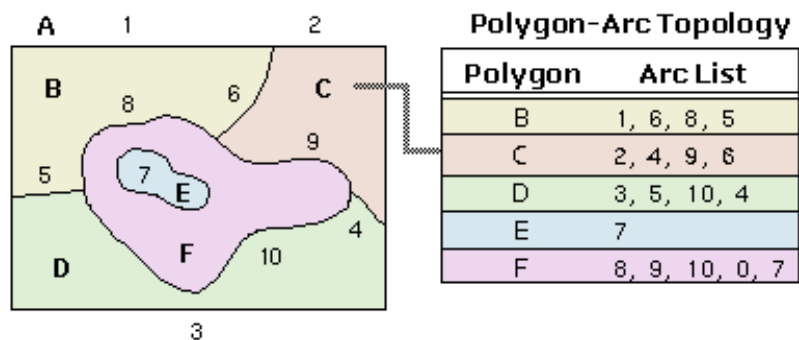


Figura 95 – Topologia Arco - Polígono, (fonte: *Arc Gis Resource Center*, 2010)

⁶ Devido a este termo ser a designação de um comando do Arc Map, optou – se por não fazer a tradução.

Conceito de Contiguity⁷

Quando dois elementos geográficos partilham uma fronteira, ou seja, países ou parcelas de terreno (províncias ou distritos) e têm uma fronteira em comum, consideram-se como objectos adjacentes. Contiguidade é o conceito topológico que permite ao modelo vectorial de dados determinar a adjacência entre objectos. A topologia de polígono define a contiguidade. Dois polígonos são contíguos, quando ambos partilham uma arco em comum. De salientar que um arco é formado por dois nós, o nó inicial e o final. São estes dois nós que indicam a direcção de um arco, e assim já se pode determinar o polígono que se situa à direita do arco e o polígono que se situa à esquerda.

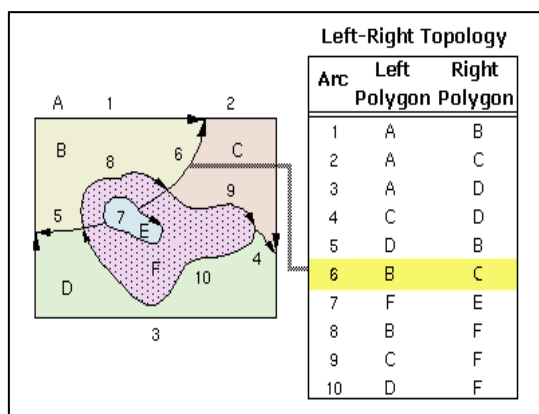


Figura 96 – Exemplo do conceito de Contiguity,(fonte: Arc Gis Resource Center, 2010)

A partir da figura anterior, podemos observar que o polígono B se situa à esquerda do arco 6 e o polígono C se situa à direita. Deste modo, conclui-se que os polígonos B e C são adjacentes.

Em seguida apresenta - se um exemplo de contiguidade, na divisão administrativa de Moçambique. As zonas das cidades de Maputo e da Matola partilham a mesma linha de fronteira.

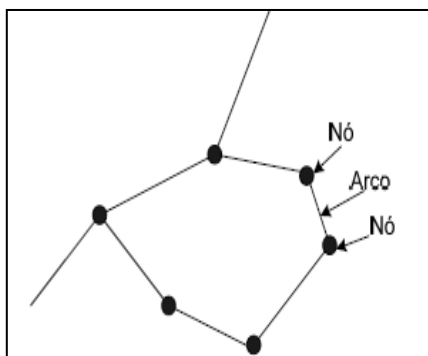
⁷ Devido a este termo ser a designação de um comando do Arc Map, optou - se por não fazer a tradução.



Figura 97 – Zonas das cidades de Maputo e da Matola que partilham a mesma linha de fronteira.

Criação da Topologia

Nos Sistemas de Informação Geográfica, para garantir a integridade dos dados é importante utilizar e aplicar regras topológicas. A topologia é utilizada fundamentalmente para garantir a qualidade dos dados e para permitir a execução de algumas funções de análise espacial (por exemplo, a procura do caminho mais curto entre 2 pontos de uma rede de estradas).



Um modelo de dados topológico representa os objectos espaciais (ponto, linha e polígono) tendo subjacente um grafo composto por nós e arcos. Um garfo não é mais do que um conjunto de pontos ou vértices interligados entre si por uma linha. Na interface do SIG, um arco (troço de uma estrada) é definido por dois nós, e o ponto de intersecção entre dois arcos origina sempre um nó.

Quando um determinado conjunto de dados é criado sem uma topologia subjacente, considera-se que o conjunto tem uma “estrutura *spaghetti*”, ou dito de outra forma, não validada. Por outro lado, quando os dados são criados com base numa topologia, as coordenadas de cada nó são registadas uma única vez, para não haver sobreposição e para que todos os elementos estejam relacionados entre si através das regras topológicas previamente definidas.

A topologia pode ser utilizada para inúmeras situações, tais como:

- Definição de regras de integridade dos dados;
- Suporte de funções de análise espacial e de ferramentas de edição que respeitem as restrições topológicas do modelo de dados;
- Permitir outras funções de edição do tipo de correcção e *snapping* (fechar correctamente os arcos);

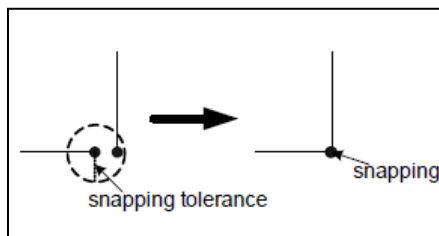
A definição de regras de integridade consiste, por exemplo, em:

- Não existirem “buracos” entre parcelas de terreno;
- As parcelas de terreno não poderem ser sobrepostas;
- As estradas terem que estar ligadas entre si.

No suporte de funções de análise espacial a topologia permite identificar os objectos adjacentes e os ramos ou arcos que estão ligados. Por exemplo, a topologia, como exemplo de suporte de ferramentas de edição que respeite as restrições topológicas do modelo de dados, consegue alterar uma aresta comum e, automaticamente, alterar todos os objectos que partilhem essa mesma aresta.

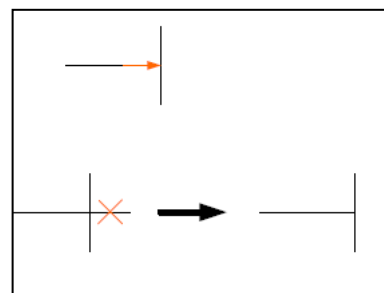
As plataformas SIG disponibilizam muitas ferramentas para as funções de edição, que auxiliam na edição e correcção dos dados de uma determinada rede ou modelo de dados. Na criação de dados novos, para evitar erros, os sistemas SIG permitem a parametrização do ambiente de trabalho através dos seguintes comandos:

- Modo *Snapping* – garante que um *vertex* (vértice) dentro de uma *snapping tolerance*, seja sobreposto a (ou coincidente com) outros *vertexes* ou a arestas.
- *Snapping Tolerance* – define a distância de tolerância para o modo *snapping*.



Na correcção de *features* do tipo linha com erros, os sistemas SIG disponibilizam, as seguintes funções mais utilizadas:

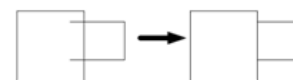
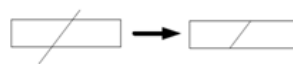
- *Extend* – que permite prolongar uma linha até que um dos seus extremos fique sobreposto a uma *feature* previamente seleccionada
- *Trim* – corta uma linha para que um dos seus extremos fique sobreposto a uma *feature*



previamente seleccionada.

Para a criação de dados de tipo polígono, respeitando regras topológicas de adjacência, os sistemas SIG disponibilizam também diversas ferramentas, entre as quais se destacam:

- *Cut Polygon* – para dividir um polígono em dois polígonos adjacentes partilhando arestas;
- *Auto complete polygons* – garante que dois polígonos possuem pelo menos, uma aresta comum (isto é,



são adjacentes).

Anexo II – Tabelas – Calibração das Velocidades

• Estradas Primárias

Estradas Primárias	Pavimento	Velocidades	Estradas Primárias	Condições	Velocidades	Estradas Primárias Combinação entre Pav./Cond.	Pavimento	Condições	Velocidades
	Paved	75		Boas	75			Boas	75
Gravel	65	Razoáveis	75	Razoáveis	75	Razoáveis	75		
Earth	55	Fracas	65	Fracas	65	Fracas	70		
Ferry	60	Má	55	Má	55	Má	65		
Desconhecido	50	Intransitáveis	50	Intransitáveis	50	Intransitáveis	62,5		

Estradas Primárias	Pavimento	Velocidades	Estradas Primárias	Condições	Velocidades	Estradas Primárias Combinação entre Pav./Cond.	Pavimento	Condições	Velocidades
	Paved	75		Boas	75			Boas	70
Gravel	65	Razoáveis	75	Razoáveis	70	Razoáveis	70		
Earth	55	Fracas	65	Fracas	65	Fracas	65		
Ferry	60	Má	55	Má	60	Má	60		
Desconhecido	50	Intransitáveis	50	Intransitáveis	50	Intransitáveis	50		

Estradas Primárias	Pavimento	Velocidades	Estradas Primárias	Condições	Velocidades	Estradas Primárias Combinação entre Pav./Cond.	Pavimento	Condições	Velocidades
	Paved	75		Boas	75			Boas	65
Gravel	65	Razoáveis	75	Razoáveis	65	Razoáveis	65		
Earth	55	Fracas	65	Fracas	60	Fracas	60		
Ferry	60	Má	55	Má	55	Má	55		
Desconhecido	50	Intransitáveis	50	Intransitáveis	52,5	Intransitáveis	52,5		

Estradas Primárias	Pavimento	Velocidades	Estradas Primárias	Condições	Velocidades	Estradas Primárias Combinação entre Pav./Cond.	Pavimento	Condições	Velocidades
	Paved	75		Boas	75			Boas	67,5
Gravel	65	Razoáveis	75	Razoáveis	67,5	Razoáveis	67,5		
Earth	55	Fracas	65	Fracas	62,5	Fracas	62,5		
Ferry	60	Má	55	Má	57,5	Má	57,5		
Desconhecido	50	Intransitáveis	50	Intransitáveis	55	Intransitáveis	55		

Estradas Primárias	Pavimento	Velocidades	Estradas Primárias	Condições	Velocidades	Estradas Primárias Combinação entre Pav./Cond.	Pavimento	Condições	Velocidades
	Paved	75		Boas	75			Boas	62,5
Gravel	65	Razoáveis	75	Razoáveis	62,5	Razoáveis	62,5		
Earth	55	Fracas	65	Fracas	57,5	Fracas	57,5		
Ferry	60	Má	55	Má	52,5	Má	52,5		
Desconhecido	50	Intransitáveis	50	Intransitáveis	50	Intransitáveis	50		

• Estradas Secundárias

Estradas Secundárias	Tipo de Pavimento	Velocidades	Estradas Secundárias	Condições	Velocidades	Estradas Secundárias Combinação entre Pav./Cond.	Pavimento	Condições	Velocidades
	Paved	65		Boas	65			Boas	60
Gravel	55	Razoáveis	60	Razoáveis	57,5	Razoáveis	57,5		
Earth	50	Fracas	55	Fracas	55	Fracas	55		
Ferry	50	Má	50	Má	52,5	Má	52,5		
Desconhecido	45	Intransitáveis	50	Intransitáveis	47,5	Intransitáveis	47,5		

Anexo II – Tabelas – Calibração das Velocidades

Estradas Secundárias	Tipo de Pavimento	Velocidades	Estradas Secundárias	Condições	Velocidades	Estradas Secundárias Combinação entre Pav./Cond.	Pavimento	Condições	Velocidades	
	Paved	65		Boas	65			Earth	Boas	57,5
	Gravel	55		Razoáveis	60				Razoáveis	55
	Earth	50		Fracas	55				Fracas	52,5
	Ferry	50		Má	50				Má	50
Desconhecido	45	Intransitáveis	50	Intransitáveis	50					

Estradas Secundárias	Tipo de Pavimento	Velocidades	Estradas Secundárias	Condições	Velocidades	Estradas Secundárias Combinação entre Pav./Cond.	Pavimento	Condições	Velocidades	
	Paved	65		Boas	65			Ferry	Boas	57,5
	Gravel	55		Razoáveis	60				Razoáveis	55
	Earth	50		Fracas	55				Fracas	52,5
	Ferry	50		Má	50				Má	50
Desconhecido	45	Intransitáveis	50	Intransitáveis	50					

Estradas Secundárias	Tipo de Pavimento	Velocidades	Estradas Secundárias	Condições	Velocidades	Estradas Secundárias Combinação entre Pav./Cond.	Pavimento	Condições	Velocidades	
	Paved	65		Boas	65			Desconhecido	Boas	55
	Gravel	55		Razoáveis	60				Razoáveis	52,5
	Earth	50		Fracas	55				Fracas	50
	Ferry	50		Má	50				Má	47,5
Desconhecido	45	Intransitáveis	50	Intransitáveis	47,5					

• Estradas Terciárias

Estradas Terciárias	Tipo de Pavimento	Velocidades	Estradas Terciárias	Condições	Velocidades	Estradas Terciárias Combinação entre pav./cond.	Pavimento	Condições	Velocidades	
	Paved	55		Boas	60			Paved	Boas	57,5
	Gravel	50		Razoáveis	55				Razoáveis	55
	Earth	45		Fracas	50				Fracas	52,5
	Ferry	50		Má	45				Má	50
Desconhecido	50	Intransitáveis	45	Intransitáveis	50					

Estradas Terciárias	Tipo de Pavimento	Velocidades	Estradas Terciárias	Condições	Velocidades	Estradas Terciárias Combinação entre pav./cond.	Pavimento	Condições	Velocidades	
	Paved	55		Boas	60			Gravel	Boas	55
	Gravel	50		Razoáveis	55				Razoáveis	52,5
	Earth	45		Fracas	50				Fracas	50
	Ferry	50		Má	45				Má	47,5
Desconhecido	50	Intransitáveis	45	Intransitáveis	47,5					

Estradas Terciárias	Tipo de Pavimento	Velocidades	Estradas Terciárias	Condições	Velocidades	Estradas Terciárias Combinação entre pav./cond.	Pavimento	Condições	Velocidades	
	Paved	55		Boas	60			Earth	Boas	52,5
	Gravel	50		Razoáveis	55				Razoáveis	50
	Earth	45		Fracas	50				Fracas	47,5
	Ferry	50		Má	45				Má	45
Desconhecido	50	Intransitáveis	45	Intransitáveis	45					

Estradas Terciárias	Tipo de Pavimento	Velocidades	Estradas Terciárias	Condições	Velocidades	Estradas Terciárias Combinação entre pav./cond.	Pavimento	Condições	Velocidades	
	Paved	55		Boas	60			Ferry	Boas	55
	Gravel	50		Razoáveis	55				Razoáveis	52,5
	Earth	45		Fracas	50				Fracas	50
	Ferry	50		Má	45				Má	47,5
Desconhecido	50	Intransitáveis	45	Intransitáveis	47,5					

Estradas Terciárias	Tipo de Pavimento	Velocidades	Estradas Terciárias	Condições	Velocidades	Estradas Terciárias Combinação entre pav./cond.	Pavimento	Condições	Velocidades	
	Paved	55		Boas	60			Desconhecido	Boas	55
	Gravel	50		Razoáveis	55				Razoáveis	52,5
	Earth	45		Fracas	50				Fracas	50
	Ferry	50		Má	45				Má	47,5
Desconhecido	50	Intransitáveis	45	Intransitáveis	47,5					

• Estradas Vincinais

Estradas Vincinais	Tipo de Pavimento	Velocidades	Estradas Vincinais	Condições	Velocidades	Estradas Vincinais Combinação entre pav./cond.	Pavimento	Condições	Velocidades
	Paved	50		Boas	60			Boas	55
Gravel	50	Razoáveis	55	Razoáveis	52,5	Razoáveis	52,5		
Earth	45	Fracas	50	Fracas	50	Fracas	50		
(não definido)	50	Má	45	Má	47,5	Má	47,5		
Desconhecido	50	Intransitáveis	45	Intransitáveis	47,5	Intransitáveis	47,5		

Estradas Vincinais	Tipo de Pavimento	Velocidades	Estradas Vincinais	Condições	Velocidades	Estradas Vincinais Combinação entre pav./cond.	Pavimento	Condições	Velocidades
	Paved	50		Boas	60			Boas	55
Gravel	50	Razoáveis	55	Razoáveis	52,5	Razoáveis	52,5		
Earth	45	Fracas	50	Fracas	50	Fracas	50		
(não definido)	50	Má	45	Má	47,5	Má	47,5		
Desconhecido	50	Intransitáveis	45	Intransitáveis	47,5	Intransitáveis	47,5		

Estradas Vincinais	Tipo de Pavimento	Velocidades	Estradas Vincinais	Condições	Velocidades	Estradas Vincinais Combinação entre pav./cond.	Pavimento	Condições	Velocidades
	Paved	50		Boas	60			Boas	52,5
Gravel	50	Razoáveis	55	Razoáveis	50	Razoáveis	50		
Earth	45	Fracas	50	Fracas	47,5	Fracas	47,5		
(não definido)	50	Má	45	Má	45	Má	45		
Desconhecido	50	Intransitáveis	45	Intransitáveis	45	Intransitáveis	45		

Estradas Vincinais	Tipo de Pavimento	Velocidades	Estradas Vincinais	Condições	Velocidades	Estradas Vincinais Combinação entre pav./cond.	Pavimento	Condições	Velocidades
	Paved	50		Boas	60			Boas	55
Gravel	50	Razoáveis	55	Razoáveis	52,5	Razoáveis	52,5		
Earth	45	Fracas	50	Fracas	50	Fracas	50		
(não definido)	50	Má	45	Má	47,5	Má	47,5		
Desconhecido	50	Intransitáveis	45	Intransitáveis	47,5	Intransitáveis	47,5		

Outras Estradas	Tipo de Pavimento	Velocidades	Outras Estradas	Condições	Velocidades	Outras Estradas Combinação entre pav./cond.	Pavimento	Condições	Velocidades
	Paved	50		Boas	60			Boas	55
Gravel	50	Razoáveis	55	Razoáveis	52,5	Razoáveis	52,5		
Earth	45	Fracas	50	Fracas	50	Fracas	50		
(não definido)	50	Má	45	Má	47,5	Má	47,5		
Desconhecido	50	Intransitáveis	45	Intransitáveis	47,5	Intransitáveis	47,5		

• Outras Estradas

Outras Estradas	Tipo de Pavimento	Velocidades	Outras Estradas	Condições	Velocidades	Outras Estradas Combinação entre pav./cond.	Pavimento	Condições	Velocidades
	Paved	50		Boas	60			Boas	55
Gravel	50	Razoáveis	55	Razoáveis	52,5	Razoáveis	52,5		
Earth	45	Fracas	50	Fracas	50	Fracas	50		
(não definido)	50	Má	45	Má	47,5	Má	47,5		
Desconhecido	50	Intransitáveis	45	Intransitáveis	47,5	Intransitáveis	47,5		

Outras Estradas	Tipo de Pavimento	Velocidades	Outras Estradas	Condições	Velocidades	Outras Estradas Combinação entre pav./cond.	Pavimento	Condições	Velocidades
	Paved	50		Boas	60			Boas	52,5
Gravel	50	Razoáveis	55	Razoáveis	50	Razoáveis	50		
Earth	45	Fracas	50	Fracas	47,5	Fracas	47,5		
(não definido)	50	Má	45	Má	45	Má	45		
Desconhecido	50	Intransitáveis	45	Intransitáveis	45	Intransitáveis	45		

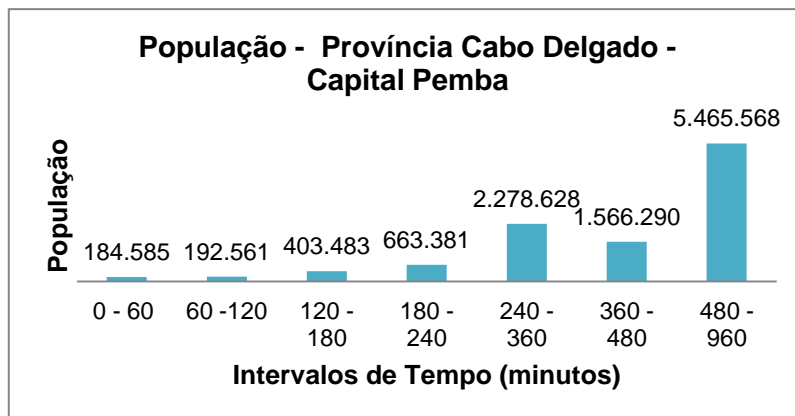
Anexo II – Tabelas – Calibração das Velocidades

	Tipo de Pavimento		Outras Estradas	Condições		Outras Estradas Combinação entre pav./cond.	Pavimento		
		Velocidades			Velocidades			Condições	Velocidades
Outras Estradas	Paved	50		Boas	60	Desconhecido	Boas	55	
	Gravel	50		Razoáveis	55		Razoáveis	52,5	
	Earth	45		Fracas	50		Fracas	50	
	(não definido)	50		Má	45		Má	47,5	
	Desconhecido	50		Intransitáveis	45		Intransitáveis	47,5	

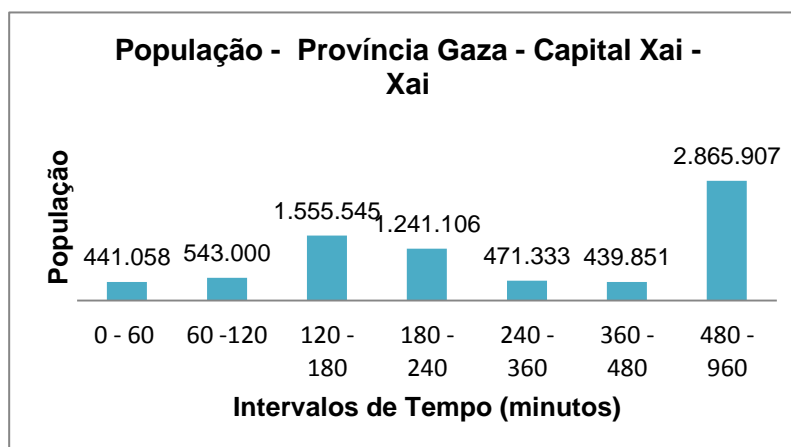
Anexo III – Indicadores de Acessibilidade Demográfica

- Distribuição da População pelas coroas de acessibilidade

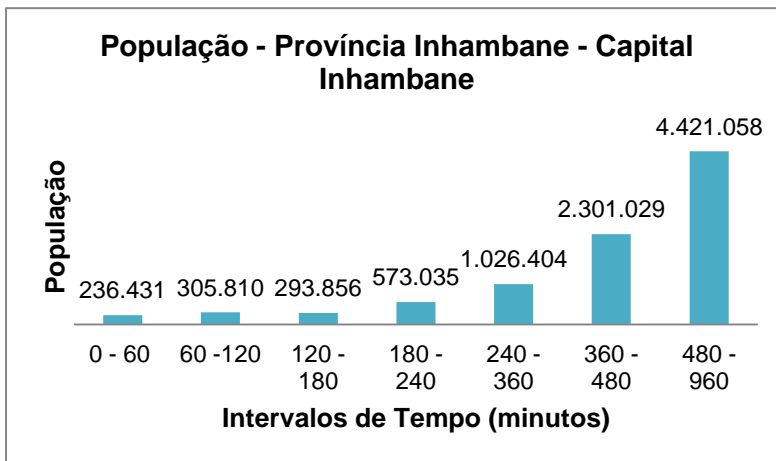
Cabo Delgado	
0 - 60	184.585
60 -120	192.561
120 - 180	403.483
180 - 240	663.381
240 - 360	2.278.628
360 - 480	1.566.290
480 - 960	5.465.568



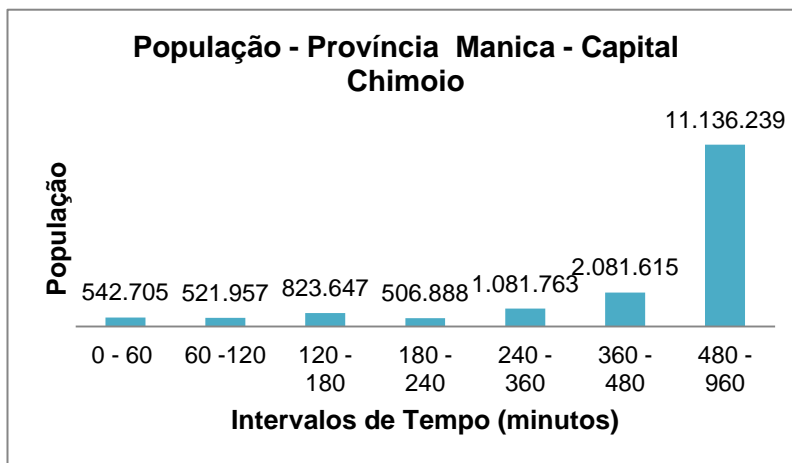
Gaza	
0 - 60	441.058
60 -120	543.000
120 - 180	1.555.545
180 - 240	1.241.106
240 - 360	471.333
360 - 480	439.851
480 - 960	2.865.907



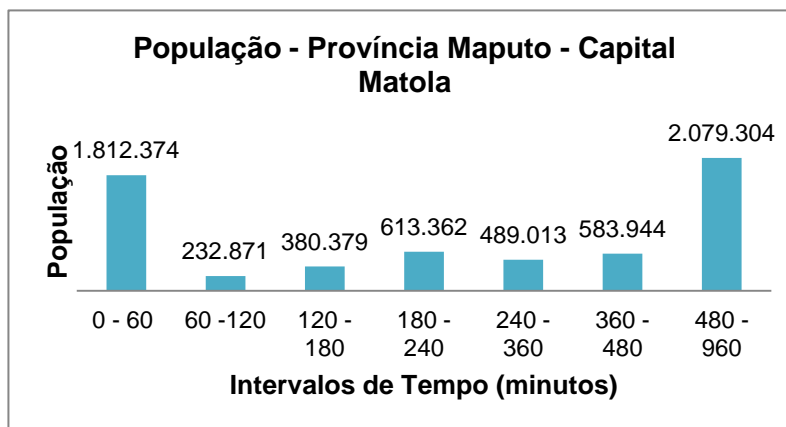
Inhambane	
0 - 60	236.431
60 -120	305.810
120 - 180	293.856
180 - 240	573.035
240 - 360	1.026.404
360 - 480	2.301.029
480 - 960	4.421.058



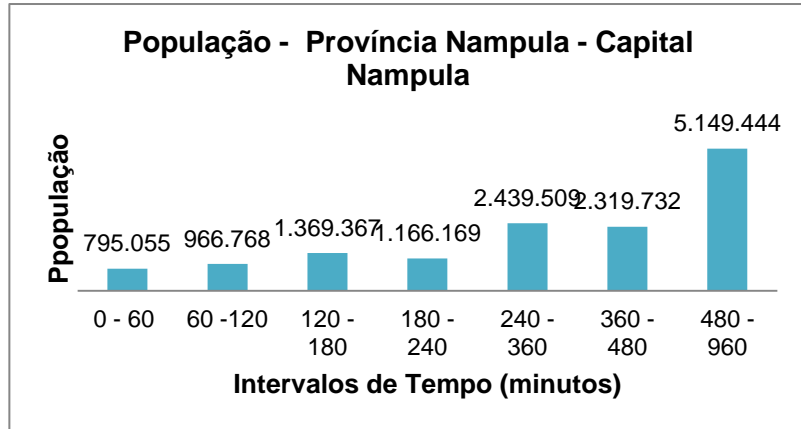
Manica	
0 - 60	542.705
60 -120	521.957
120 - 180	823.647
180 - 240	506.888
240 - 360	1.081.763
360 - 480	2.081.615
480 - 960	11.136.239



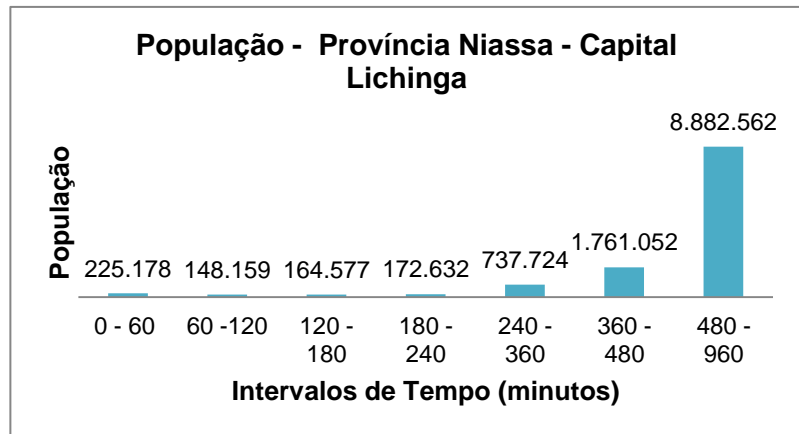
Maputo	
0 - 60	1.812.374
60 -120	232.871
120 - 180	380.379
180 - 240	613.362
240 - 360	489.013
360 - 480	583.944
480 - 960	2.079.304



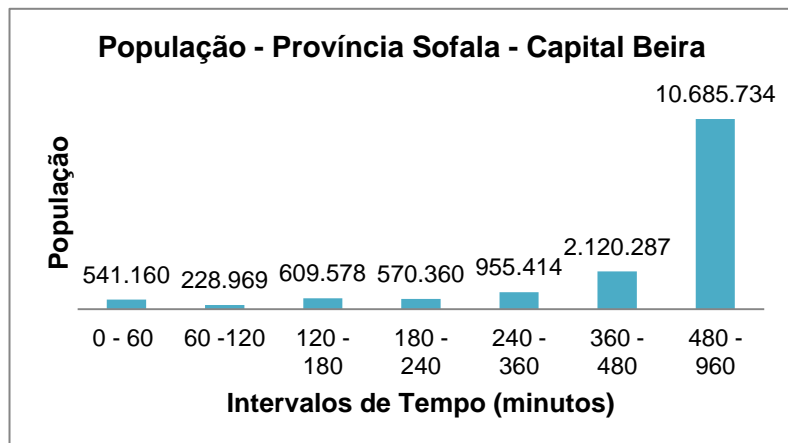
Nampula	
0 - 60	795.055
60 -120	966.768
120 - 180	1.369.367
180 - 240	1.166.169
240 - 360	2.439.509
360 - 480	2.319.732
480 - 960	5.149.444



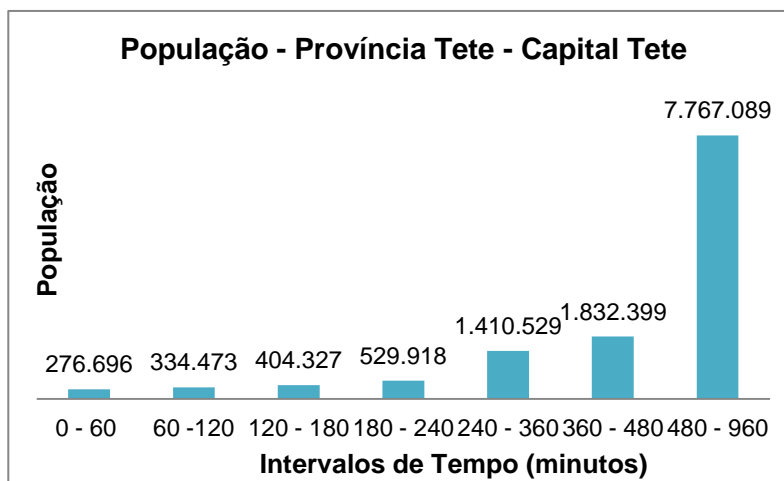
Niassa	
0 - 60	225.178
60 -120	148.159
120 - 180	164.577
180 - 240	172.632
240 - 360	737.724
360 - 480	1.761.052
480 - 960	8.882.562



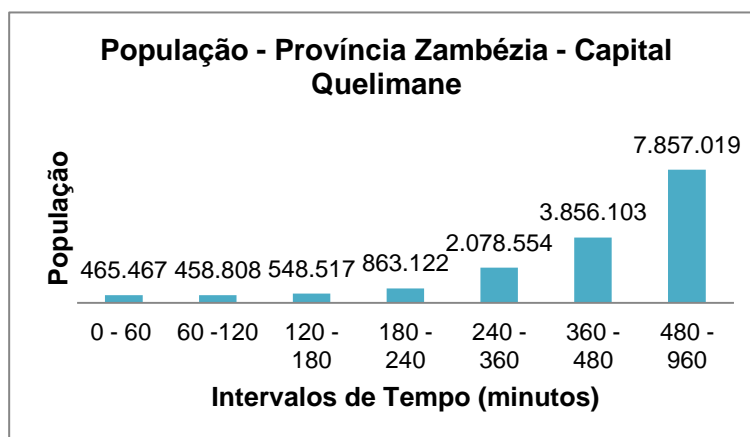
Sofala	
0 - 60	541.160
60 -120	228.969
120 - 180	609.578
180 - 240	570.360
240 - 360	955.414
360 - 480	2.120.287
480 - 960	10.685.734



Tete	
0 - 60	276.696
60 -120	334.473
120 - 180	404.327
180 - 240	529.918
240 - 360	1.410.529
360 - 480	1.832.399
480 - 960	7.767.089



Zambézia	
0 - 60	465.467
60 -120	458.808
120 - 180	548.517
180 - 240	863.122
240 - 360	2.078.554
360 - 480	3.856.103
480 - 960	7.857.019



- **Indicador de Gutierrez e Urbano**

- **Matriz dos Tempos de Percurso (horas)**

t _{ij}	Destinos										
	O/D	Beira	Chimoio	Inhambane	Lichinga	Matola	Nampula	Pemba	Quelimane	Tete	Xai - Xai
O R I G E N S	Beira	0	3	10	16	16	13	19	7	7	13
	Chimoio	3	0	9	12	15	13	19	7	5	12
	Inhambane	10	9	0	24	6	21	27	15	14	3
	Lichinga	16	12	24	0	29	9	14	12	7	26
	Matola	16	15	6	29	0	26	32	20	19	3
	Nampula	13	13	21	9	26	0	6	7	13	23
	Pemba	19	19	27	14	32	6	0	13	20	29
	Quelimane	7	7	15	12	20	7	13	0	7	17
	Tete	7	5	14	7	19	13	20	7	0	17
	Xai - Xai	13	12	3	26	3	23	29	17	17	0

➤ Matriz dos Tempos de Percurso (minutos)

t _{ij} (minutos)	Destinos										
	O/D	Beira	Chimoio	Inhambane	Lichinga	Matola	Nampula	Pemba	Quelimane	Tete	Xai - Xai
O R I G E N S	Beira	0	163	608	973	934	778	1146	420	448	759
	Chimoio	163	0	561	715	887	789	1157	431	290	713
	Inhambane	608	561	0	1437	380	1242	1620	884	844	205
	Lichinga	973	715	1437	0	1740	568	811	714	424	1560
	Matola	934	887	380	1740	0	1560	1920	1207	1168	177
	Nampula	778	789	1242	568	1560	0	372	421	802	1392
	Pemba	1146	1157	1620	811	1920	372	0	789	1170	1740
	Quelimane	420	431	884	714	1207	421	789	0	443	1034
	Tete	448	290	844	424	1168	802	1170	443	0	996
	Xai - Xai	759	713	205	1560	177	1392	1740	1034	996	0

• População por Províncias (FONTE: INE, Moçambique, Censos 2007)

Província	Capital	População
SOFALA	Beira	1.642.920
Manica	Chimoio	1.412.248
Inhambane	Inhambane	1.271.818
Niassa	Lichinga	1.170.783
Maputo	Matola	2.300.524
Nampula	Nampula	4.005.369
Cabo Delgado	Pemba	1.606.568
Zambézia	Quelimane	3.849.455
Tete	Tete	1.783.967
Gaza	Xai - Xai	1.228.514

➤ Tabelas Indicador de Gutierrez e Urbano

Província Sofala - Capital Beira					
O/D	Beira	População	t _{ij} x Pop _j	∑ Pop _j	∑ (t _{ij} x Pop _j)
Beira	0	1.642.920	0	20.272.166	12.597.057.495
Chimoio	163	1.412.248	230.196.424		
Inhambane	608	1.271.818	773.265.344		
Lichinga	973	1.170.783	1.139.171.859		
Matola	934	2.300.524	2.148.689.416		
Nampula	778	4.005.369	3.116.177.082		
Pemba	1146	1.606.568	1.841.126.928		
Quelimane	420	3.849.455	1.616.771.100		
Tete	448	1.783.967	799.217.216		
Xai - Xai	759	1.228.514	932.442.126		

$$A_i = \frac{\sum_{j=1}^n (t_{ij} \times Pop_j)}{\sum_{j=1}^n Pop_j}$$

621,40

Anexo III – Indicadores de Acessibilidade Demográfica

Província Manica - Capital Chimoio						
O/D	Chimoio	População	$t_{ij} \times Pop_j$	$\sum Pop_j$	$\sum (t_{ij} \times Pop_j)$	$A_i = \frac{\sum_{j=1}^n (t_{ij} \times Pop_j)}{\sum_{j=1}^n Pop_j}$
Beira	163	1.642.920	267.795.960	20.272.166	11.930.391.825	
Chimoio	0	1.412.248	0			
Inhambane	561	1.271.818	713.489.898			
Lichinga	715	1.170.783	837.109.845			
Matola	887	2.300.524	2.040.564.788			
Nampula	789	4.005.369	3.160.236.141			
Pemba	1157	1.606.568	1.858.799.176			
Quelimane	431	3.849.455	1.659.115.105			
Tete	290	1.783.967	517.350.430			
Xai - Xai	713	1.228.514	875.930.482			

Província Inhambane - Capital Inhambane						
O/D	Inhambane	População	$t_{ij} \times Pop_j$	$\sum Pop_j$	$\sum (t_{ij} \times Pop_j)$	$A_i = \frac{\sum_{j=1}^n (t_{ij} \times Pop_j)}{\sum_{j=1}^n Pop_j}$
Beira	608	1.642.920	998.895.360	20.272.166	17.085.520.975	
Chimoio	561	1.412.248	792.271.128			
Inhambane	0	1.271.818	0			
Lichinga	1437	1.170.783	1.682.415.171			
Matola	380	2.300.524	874.199.120			
Nampula	1242	4.005.369	4.974.668.298			
Pemba	1620	1.606.568	2.602.640.160			
Quelimane	884	3.849.455	3.402.918.220			
Tete	844	1.783.967	1.505.668.148			
Xai - Xai	205	1.228.514	251.845.370			

Província Niassa - Capital Lichinga						
O/D	Lichinga	População	$t_{ij} \times Pop_j$	$\sum Pop_j$	$\sum (t_{ij} \times Pop_j)$	$A_i = \frac{\sum_{j=1}^n (t_{ij} \times Pop_j)}{\sum_{j=1}^n Pop_j}$
Beira	973	1.642.920	1.598.561.160	20.272.166	17.438.203.664	
Chimoio	715	1.412.248	1.009.757.320			
Inhambane	1437	1.271.818	1.827.602.466			
Lichinga	0	1.170.783	0			
Matola	1740	2.300.524	4.002.911.760			
Nampula	568	4.005.369	2.275.049.592			
Pemba	811	1.606.568	1.302.926.648			
Quelimane	714	3.849.455	2.748.510.870			
Tete	424	1.783.967	756.402.008			
Xai - Xai	1560	1.228.514	1.916.481.840			

Província Maputo - Capital Matola						
O/D	Matola	População	$t_{ij} \times Pop_j$	$\sum Pop_j$	$\sum (t_{ij} \times Pop_j)$	$A_i = \frac{\sum_{j=1}^n (t_{ij} \times Pop_j)}{\sum_{j=1}^n Pop_j}$
Beira	934	1.642.920	1.534.487.280	20.272.166	21.588.003.335	
Chimoio	887	1.412.248	1.252.663.976			
Inhambane	380	1.271.818	483.290.840			
Lichinga	1740	1.170.783	2.037.162.420			
Matola	0	2.300.524	0			
Nampula	1560	4.005.369	6.248.375.640			
Pemba	1920	1.606.568	3.084.610.560			
Quelimane	1207	3.849.455	4.646.292.185			
Tete	1168	1.783.967	2.083.673.456			
Xai - Xai	177	1.228.514	217.446.978			

Província Nampula - Capital Nampula						
O/D	Nampula	População	$t_{ij} \times Pop_j$	$\sum Pop_j$	$\sum (t_{ij} \times Pop_j)$	$A_i = \frac{\sum_{j=1}^n (t_{ij} \times Pop_j)}{\sum_{j=1}^n Pop_j}$
Beira	778	1.642.920	1.278.191.760	20.272.166	13.584.972.445	
Chimoio	789	1.412.248	1.114.263.672			
Inhambane	1242	1.271.818	1.579.597.956			
Lichinga	568	1.170.783	665.004.744			
Matola	1560	2.300.524	3.588.817.440			
Nampula	0	4.005.369	0			
Pemba	372	1.606.568	597.643.296			
Quelimane	421	3.849.455	1.620.620.555			
Tete	802	1.783.967	1.430.741.534			
Xai - Xai	1392	1.228.514	1.710.091.488			

Província Cabo Delgado - Capital Pemba						
O/D	Pemba	População	$t_{ij} \times Pop_j$	$\sum Pop_j$	$\sum (t_{ij} \times Pop_j)$	$A_i = \frac{\sum_{j=1}^n (t_{ij} \times Pop_j)}{\sum_{j=1}^n Pop_j}$
Beira	1146	1.642.920	1.882.786.320	20.272.166	19.695.686.522	
Chimoio	1157	1.412.248	1.633.970.936			
Inhambane	1620	1.271.818	2.060.345.160			
Lichinga	811	1.170.783	949.505.013			
Matola	1920	2.300.524	4.417.006.080			
Nampula	372	4.005.369	1.489.997.268			
Pemba	0	1.606.568	0			
Quelimane	789	3.849.455	3.037.219.995			
Tete	1170	1.783.967	2.087.241.390			
Xai - Xai	1740	1.228.514	2.137.614.360			

Província Zambézia - Capital Quelimane						
O/D	Quelimane	População	$t_{ij} \times Pop_j$	$\sum Pop_j$	$\sum (t_{ij} \times Pop_j)$	$A_i = \frac{\sum_{j=1}^n (t_{ij} \times Pop_j)}{\sum_{j=1}^n Pop_j}$
Beira	420	1.642.920	690.026.400	20.272.166	11.050.087.288	
Chimoio	431	1.412.248	608.678.888			
Inhambane	884	1.271.818	1.124.287.112			
Lichinga	714	1.170.783	835.939.062			
Matola	1207	2.300.524	2.776.732.468			
Nampula	421	4.005.369	1.686.260.349			
Pemba	789	1.606.568	1.267.582.152			
Quelimane	0	3.849.455	0			
Tete	443	1.783.967	790.297.381			
Xai - Xai	1034	1.228.514	1.270.283.476			

Província Tete - Capital Tete						
O/D	Tete	População	$t_{ij} \times Pop_j$	$\sum Pop_j$	$\sum (t_{ij} \times Pop_j)$	$A_i = \frac{\sum_{j=1}^n (t_{ij} \times Pop_j)}{\sum_{j=1}^n Pop_j}$
Beira	448	1.642.920	736.028.160	20.272.166	13.423.317.503	
Chimoio	290	1.412.248	409.551.920			
Inhambane	844	1.271.818	1.073.414.392			
Lichinga	424	1.170.783	496.411.992			
Matola	1168	2.300.524	2.687.012.032			
Nampula	802	4.005.369	3.212.305.938			
Pemba	1170	1.606.568	1.879.684.560			
Quelimane	443	3.849.455	1.705.308.565			
Tete	0	1.783.967	0			
Xai - Xai	996	1.228.514	1.223.599.944			

Província Gaza - Capital Xai - Xai						
O/D	Xai - Xai	População	$t_{ij} \times Pop_j$	$\sum Pop_j$	$\sum (t_{ij} \times Pop_j)$	$A_i = \frac{\sum_{j=1}^n (t_{ij} \times Pop_j)}{\sum_{j=1}^n Pop_j}$
Beira	759	1.642.920	1.246.976.280	20.272.166	18.876.315.592	
Chimoio	713	1.412.248	1.006.932.824			
Inhambane	205	1.271.818	260.722.690			
Lichinga	1560	1.170.783	1.826.421.480			
Matola	177	2.300.524	407.192.748			
Nampula	1392	4.005.369	5.575.473.648			
Pemba	1740	1.606.568	2.795.428.320			
Quelimane	1034	3.849.455	3.980.336.470			
Tete	996	1.783.967	1.776.831.132			
Xai - Xai	0	1.228.514	0			

- Tempo Médio Ponderado

Província Cabo Delgado – Capital Pemba						
Isócronas de Tempo	t'	População	\sum (População)	(t' x População)	$\sum(t' \times$ População)	Tempo Médio Ponderado (minutos)
0-60	30	184.585	10.754.495,56	5.537.535,01	5.499.339.556,93	511,35
60-120	90	192.561		17.330.454,75		
120-180	150	403.483		60.522.514,02		
180-240	210	663.381		139.310.059,62		
240-360	300	2.278.628		683.588.355,50		
360-480	420	1.566.290		657.841.903,65		
480-960	720	5.465.568		3.935.208.734,37		

Província Gaza – Capital Xai - Xai						
Isócronas de Tempo (minutos)	t'	População	\sum (População)	(t' x População)	$\sum(t' \times$ População)	Tempo Médio Ponderado (minutos)
0-60	30	441.058	7.557.800,75	13.231.750,48	2.945.656.357,72	389,75
60-120	90	543.000		48.870.028,33		
120-180	150	1.555.545		233.331.741,77		
180-240	210	1.241.106		260.632.198,47		
240-360	300	471.333		141.399.871,03		
360-480	420	439.851		184.737.523,61		
480-960	720	2.865.907		2.063.453.244,04		

Anexo III – Indicadores de Acessibilidade Demográfica

Província Inhambane – Capital Inhambane						
Isócronas de Tempo (minutos)	t'	População	Σ (População)	(t' x População)	$\Sigma(t' \times$ População)	Tempo Médio Ponderado (minutos)
0-60	30	236.431	9.157.622,08	7.092.917,44	4.656.546.667,41	508,49
60-120	90	305.810		27.522.866,41		
120-180	150	293.856		44.078.325,68		
180-240	210	573.035		120.337.409,37		
240-360	300	1.026.404		307.921.144,89		
360-480	420	2.301.029		9.664.323.644,45		
480-960	720	4.421.058		3.183.161.639,17		

Província Manica – Capital Chimoio						
Isócronas de Tempo (minutos)	t'	População	Σ (População)	(t' x População)	$\Sigma(t' \times$ População)	Tempo Médio Ponderado (minutos)
0-60	30	542.705	16.694.813,87	16.281.139,71	9.510.150.062,46	569,65
60-120	90	521.957		46.976.160,16		
120-180	150	823.647		123.547.106,84		
180-240	210	506.888		106.446.435,40		
240-360	300	1.081.763		324.528.821,18		
360-480	420	2.081.615		874.278.250,17		
480-960	720	11.136.239		8.018.092.149,00		

Província Maputo – Capital Matola						
Isócronas de Tempo (minutos)	t'	População	Σ (População)	(t' x População)	$\Sigma(t' \times$ População)	Tempo Médio Ponderado (minutos)
0-60	30	1.812.374	6.191.246,34	54.371.227,95	2.150.251.545,43	347,31
60-120	90	232.871		20958.360,39		
120-180	150	380.379		57.056.803,53		
180-240	210	613.362		128.806.072,04		
240-360	300	489.013		146.703.767,11		
360-480	420	583.944		245.256.452,51		
480-960	720	2.079.304		1.497.098.861,90		

Anexo III – Indicadores de Acessibilidade Demográfica

Província Nampula - Capital Nampula						
Isócronas de Tempo (minutos)	t'	População	Σ (População)	(t' x População)	$\Sigma(t' \times$ População)	Tempo Médio Ponderado (minutos)
0-60	30	795.055	14.206.044,44	23.851.650,89	5.974.901.386,20	420,59
60-120	90	966.768		87.009.118,39		
120-180	150	1.369.367		205.405.091,85		
180-240	210	1.166.169		244.895.427,46		
240-360	300	2.439.509		731.852.642,79		
360-480	420	2.319.732		974.287.618,47		
480-960	720	5.149.444		3.707.599.836,35		

Província Niassa - Capital Lichinga						
Isócronas de Tempo (minutos)	t'	População	Σ (População)	(t' x População)	$\Sigma(t' \times$ População)	Tempo Médio Ponderado (minutos)
0-60	30	225.178	12.091.883,32	6.755.327,03	7.437.432.633,02	615,08
60-120	90	148.159		13.334.309,87		
120-180	150	164.577		24.686.508,42		
180-240	210	172.632		36.252.706,80		
240-360	300	737.724		221.317.264,46		
360-480	420	1.761.052		739.641.668,84		
480-960	720	8.882.562		6.395.444.848,62		

Província Sofala – Capital Beira						
Isócronas de Tempo (minutos)	t'	População	Σ (População)	(t' x População)	$\Sigma(t' \times$ População)	Tempo Médio Ponderado (minutos)
0-60	30	541.160	15.711.502,59	16.234.802,83	9.118.927.686,93	580,40
60-120	90	228.969		20.607.246,26		
120-180	150	609.578		91.436.683,25		
180-240	210	570.360		119.775.689,78		
240-360	300	955.414		286.624.091,86		
360-480	420	2.120.287		890.520.463,35		
480-960	720	10.685.734		7.693.728.709,60		

Província Tete – Capital Tete						
Isócronas de Tempo (minutos)	t'	População	Σ (População)	(t' x População)	$\Sigma(t' \times$ População)	Tempo Médio Ponderado (minutos)
0-60	30	276.696	12.555.430,84	8.300.871,05	6.995.405.818,92	557,16
60-120	90	334.473		30.102.545,26		
120-180	150	404.327		60.649.069,35		
180-240	210	529.918		111.282.862,87		
240-360	300	1.410.529		423.158.596,08		
360-480	420	1.832.399		769.607.520,65		
480-960	720	7.767.089		5.592.304.353,67		

Província Zambézia – Capital Quelimane						
Isócronas de Tempo (minutos)	t'	População	Σ (População)	(t' x População)	$\Sigma(t' \times$ População)	Tempo Médio Ponderado (minutos)
0-60	30	465.467	16.127.589,71	13.964.023,37	8.218.972.695,60	509,62
60-120	90	458.808		41.292.725,16		
120-180	150	548.517		82.277.549,39		
180-240	210	863.122		181.255.545,46		
240-360	300	2.078.554		623.566.134,80		
360-480	420	3.856.103		1.619.563.357,09		
480-960	720	7.857.019		5.657.053.360,33		

• **Indicador Agregado**

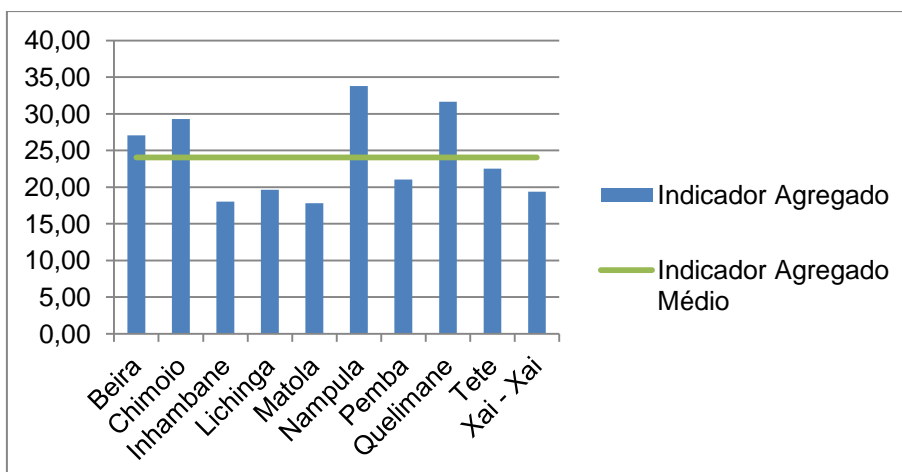
$$\text{Indicador Agregado} = \frac{\Sigma \text{População Alcançada}}{\text{Tempo Médio Ponderado}}$$

Província	Capital	Σ População Alcançada	Tempo Médio Ponderado	Indicador Agregado	Indicador Agregado (/1000)
Cabo Delgado	Pemba	10.754.495,56	511,35	21031,47	21,03
Gaza	Xai - Xai	7.557.800,75	389,75	19391,38	19,39
Inhambane	Inhambane	9.157.622,08	508,49	18009,49	18,01
Manica	Chimoio	16.694.813,87	569,65	29307,30	29,31
Maputo	Matola	6.191.246,34	347,31	17826,53	17,83
Nampula	Nampula	14.206.044,44	420,59	33776,57	33,78
Niassa	Lichinga	12.091.883,32	615,08	19659,16	19,66
Sofala	Beira	15.711.502,59	580,40	27070,21	27,07
Tete	Tete	12.555.430,84	557,16	22534,62	22,53
Zambézia	Quelimane	16.127.589,71	509,62	31646,19	31,65

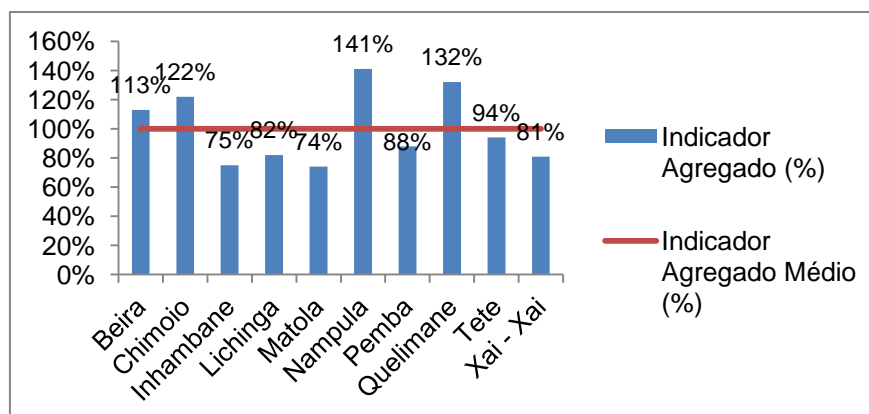
➤ **Indicador Agregado Médio**

Província	Capital	Indicador Agregado	Indicador Agregado Médio
Sofala	Beira	27,07	24,03
Manica	Chimoio	29,31	
Inhambane	Inhambane	18,01	
Niassa	Lichinga	19,66	
Maputo	Matola	17,83	
Nampula	Nampula	33,78	
Cabo Delgado	Pemba	21,03	
Zambézia	Quelimane	31,65	
Tete	Tete	22,53	
Gaza	Xai - Xai	19,39	

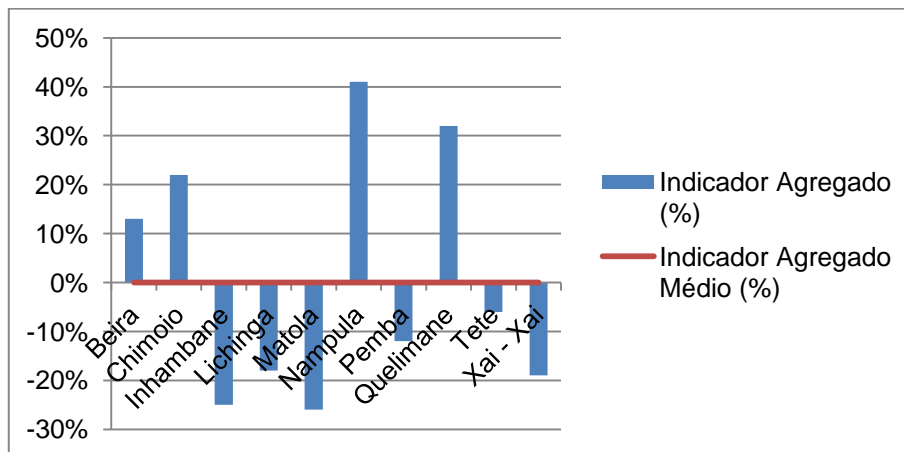
➤ **Gráfico do Indicador Agregado**



➤ **Gráfico do Indicador Agregado (%)**



➤ Oscilação do Indicador Agregado



• Indicador de Gutierrez e Urbano (Tempos até 960 minutos)

➤ Matriz dos Tempos de Percurso (horas)

t _{ij} (horas)	Destinos										
	O/D	Beira	Chimoio	Inhambane	Lichinga	Matola	Nampula	Pemba	Quelimane	Tete	Xai - Xai
O R I G E N S	Beira	0	3	10	16	16	13	19	7	7	13
	Chimoio	3	0	9	12	15	13	19	7	5	12
	Inhambane	10	9	0	24	6	21	27	15	14	3
	Lichinga	16	12	24	0	29	9	14	12	7	26
	Matola	16	15	6	29	0	26	32	20	19	3
	Nampula	13	13	21	9	26	0	6	7	13	23
	Pemba	19	19	27	14	32	6	0	13	20	29
	Quelimane	7	7	15	12	20	7	13	0	7	17
	Tete	7	5	14	7	19	13	20	7	0	17
	Xai - Xai	13	12	3	26	3	23	29	17	17	0

➤ Matriz dos Tempos de Percurso (minutos)

t _{ij} (minutos)	Destinos										
	O/D	Beira	Chimoio	Inhambane	Lichinga	Matola	Nampula	Pemba	Quelimane	Tete	Xai - Xai
O R I G E N S	Beira	0	163	608	973	934	778	1146	420	448	759
	Chimoio	163	0	561	715	887	789	1157	431	290	713
	Inhambane	608	561	0	1437	380	1242	1620	884	844	205
	Lichinga	973	715	1437	0	1740	568	811	714	424	1560
	Matola	934	887	380	1740	0	1560	1920	1207	1168	177
	Nampula	778	789	1242	568	1560	0	372	421	802	1392
	Pemba	1146	1157	1620	811	1920	372	0	789	1170	1740
	Quelimane	420	431	884	714	1207	421	789	0	443	1034
	Tete	448	290	844	424	1168	802	1170	443	0	996
	Xai - Xai	759	713	205	1560	177	1392	1740	1034	996	0

• População por Províncias (FONTE: INE, Moçambique, Censos 2007)

Província	Capital	População
Sofala	Beira	1.642.920
Manica	Chimoio	1.412.248
Inhambane	Inhambane	1.271.818
Niassa	Lichinga	1.170.783
Maputo	Matola	2.300.524
Nampula	Nampula	4.005.369
Cabo Delgado	Pemba	1.606.568
Zambézia	Quelimane	3.849.455
Tete	Tete	1.783.967
Gaza	Xai - Xai	1.228.514

➤ Indicador de Gutierrez e Urbano (Tempos até 960 minutos)

Província Sofala - Capital Beira						
O/D	Beira	População	$t_{ij} \times Pop_j$	$\sum Pop_j$	$\sum (t_{ij} \times Pop_j)$	$A_i = \frac{\sum_{j=1}^n (t_{ij} \times Pop_j)}{\sum_{j=1}^n Pop_j}$
Beira	0	1.642.920	0	17.494.815	9.616.758.708	
Chimoio	163	1.412.248	230.196.424			
Inhambane	608	1.271.818	773.265.344			
Lichinga	0	0	0			
Matola	934	2.300.524	2.148.689.416			
Nampula	778	4.005.369	3.116.177.082			
Pemba	0	0	0			
Quelimane	420	3.849.455	1.616.771.100			
Tete	448	1.783.967	799.217.216			
Xai - Xai	759	1.228.514	932.442.126			

Província Manica - Capital Chimoio						
O/D	Chimoio	População	$t_{ij} \times Pop_j$	$\sum Pop_j$	$\sum (t_{ij} \times Pop_j)$	$A_i = \frac{\sum_{j=1}^n (t_{ij} \times Pop_j)}{\sum_{j=1}^n Pop_j}$
Beira	163	1.642.920	267.795.960	18.665.598	10.071.592.649	
Chimoio	0	1.412.248	0			
Inhambane	561	1.271.818	713.489.898			
Lichinga	715	1.170.783	837.109.845			
Matola	887	2.300.524	2.040.564.788			
Nampula	789	4.005.369	3.160.236.141			
Pemba	0	0	0			
Quelimane	431	3.849.455	1.659.115.105			
Tete	290	1.783.967	517.350.430			
Xai - Xai	713	1.228.514	875.930.482			

Província Inhambane - Capital Inhambane						
O/D	Inhambane	População	$t_{ij} \times Pop_j$	$\sum Pop_j$	$\sum (t_{ij} \times Pop_j)$	$A_i = \frac{\sum_{j=1}^n (t_{ij} \times Pop_j)}{\sum_{j=1}^n Pop_j}$
Beira	608	1.642.920	998.895.360	13.489.446	7.825.797.346	
Chimoio	561	1.412.248	792.271.128			
Inhambane	0	1.271.818	0			
Lichinga	0	0	0			
Matola	380	2.300.524	874.199.120			
Nampula	0	0	0			
Pemba	0	0	0			
Quelimane	884	3.849.455	3.402.918.220			
Tete	844	1.783.967	1.505.668.148			
Xai - Xai	205	1.228.514	251.845.370			

Anexo III – Indicadores de Acessibilidade Demográfica

Província Niassa - Capital Lichinga						
O/D	Lichinga	População	$t_{ij} \times Pop_j$	$\sum Pop_j$	$\sum (t_{ij} \times Pop_j)$	
Beira	0	0	0	13.828.390	8.092.646.438	$A_i = \frac{\sum_{j=1}^n (t_{ij} \times Pop_j)}{\sum_{j=1}^n Pop_j}$
Chimoio	715	1.412.248	1.009.757.320			
Inhambane	0	0	0			
Lichinga	0	1.170.783	0			
Matola	0	0	0			
Nampula	568	4.005.369	2.275.049.592			
Pemba	811	1.606.568	1.302.926.648			
Quelimane	714	3.849.455	2.748.510.870			
Tete	424	1.783.967	756.402.008			
Xai - Xai	0	0	0			
585,22						

Província Maputo - Capital Matola						
O/D	Matola	População	$t_{ij} \times Pop_j$	$\sum Pop_j$	$\sum (t_{ij} \times Pop_j)$	
Beira	934	1.642.920	1.534.487.280	7.856.024	3.487.889.074	$A_i = \frac{\sum_{j=1}^n (t_{ij} \times Pop_j)}{\sum_{j=1}^n Pop_j}$
Chimoio	887	1.412.248	1.252.663.976			
Inhambane	380	1.271.818	483.290.840			
Lichinga	0	0	0			
Matola	0	2.300.524	0			
Nampula	0	0	0			
Pemba	0	0	0			
Quelimane	0	0	0			
Tete	0	0	0			
Xai - Xai	177	1.228.514	217.446.978			
443,98						

Província Nampula - Capital Nampula						
O/D	Nampula	População	$t_{ij} \times Pop_j$	$\sum Pop_j$	$\sum (t_{ij} \times Pop_j)$	
Beira	778	1.642.920	1.278.191.760	15.471.310	6.706.465.561	$A_i = \frac{\sum_{j=1}^n (t_{ij} \times Pop_j)}{\sum_{j=1}^n Pop_j}$
Chimoio	789	1.412.248	1.114.263.672			
Inhambane	0	0	0			
Lichinga	568	1.170.783	665.004.744			
Matola	0	0	0			
Nampula	0	4.005.369	0			
Pemba	372	1.606.568	597.643.296			
Quelimane	421	3.849.455	1.620.620.555			
Tete	802	1.783.967	1.430.741.534			
Xai - Xai	0	0	0			
433,48						

Província Cabo Delgado - Capital Pemba						
O/D	Pemba	População	$t_{ij} \times Pop_j$	$\sum Pop_j$	$\sum (t_{ij} \times Pop_j)$	
Beira	0	0	0	10.632.175	5.476.722.276	$A_i = \frac{\sum_{j=1}^n (t_{ij} \times Pop_j)}{\sum_{j=1}^n Pop_j}$
Chimoio	0	0	0			
Inhambane	0	0	0			
Lichinga	811	1.170.783	949.505.013			
Matola	0	0	0			
Nampula	372	4.005.369	1.489.997.268			
Pemba	0	1.606.568	0			
Quelimane	789	3.849.455	3.037.219.995			
Tete	0	0	0			
Xai - Xai	0	0	0			
515,11						

Província Zambézia - Capital Quelimane						
O/D	Quelimane	População	$t_{ij} \times Pop_j$	$\sum Pop_j$	$\sum (t_{ij} \times Pop_j)$	
Beira	420	1.642.920	690.026.400	16.743.128	7.003.071.344	$A_i = \frac{\sum_{j=1}^n (t_{ij} \times Pop_j)}{\sum_{j=1}^n Pop_j}$
Chimoio	431	1.412.248	608.678.888			
Inhambane	884	1.271.818	1.124.287.112			
Lichinga	714	1.170.783	835.939.062			
Matola	0	0	0			
Nampula	421	4.005.369	1.686.260.349			
Pemba	789	1.606.568	1.267.582.152			
Quelimane	0	3.849.455	0			
Tete	443	1.783.967	790.297.381			
Xai - Xai	0	0	0			
418,27						

Província Tete - Capital Tete					
O/D	Tete	População	$t_{ij} \times Pop_j$	$\sum Pop_j$	$\sum (t_{ij} \times Pop_j)$
Beira	448	1.642.920	736.028.160	15.136.560	7.633.020.967
Chimoio	290	1.412.248	409.551.920		
Inhambane	844	1.271.818	1.073.414.392		
Lichinga	424	1.170.783	496.411.992		
Matola	0	0	0		
Nampula	802	4.005.369	3.212.305.938		
Pemba	0	0	0		
Quelimane	443	3.849.455	1.705.308.565		
Tete	0	1.783.967	0		
Xai - Xai	0	0	0		

$$A_i = \frac{\sum_{j=1}^n (t_{ij} \times Pop_j)}{\sum_{j=1}^n Pop_j}$$

504,28

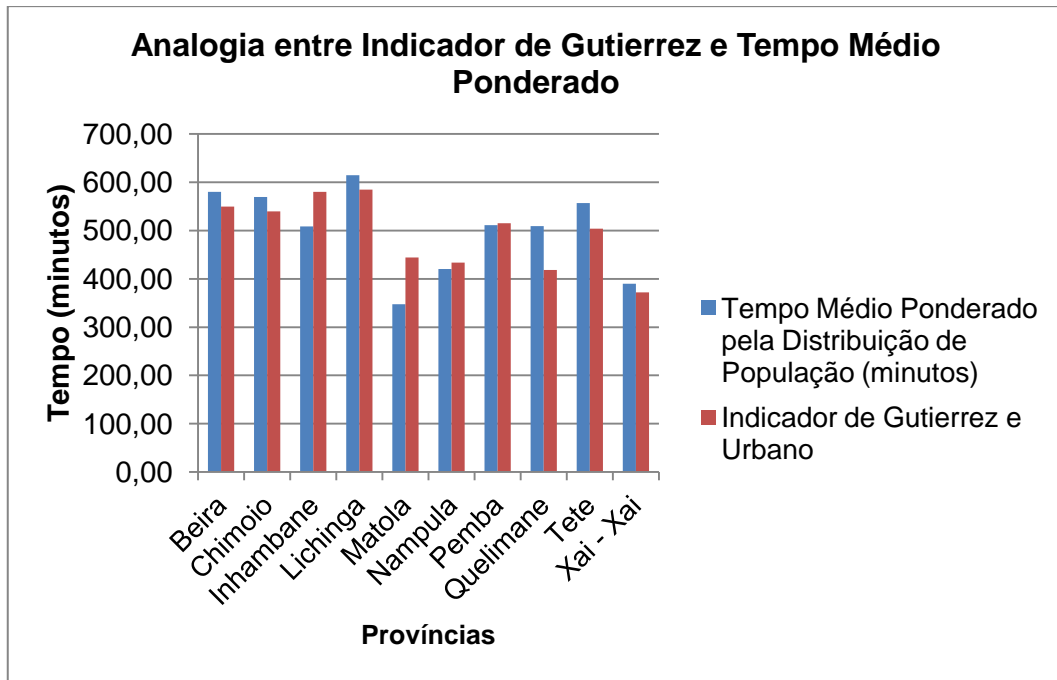
Província Gaza - Capital Xai - Xai					
O/D	Xai - Xai	População	$t_{ij} \times Pop_j$	$\sum Pop_j$	$\sum (t_{ij} \times Pop_j)$
Beira	759	1.642.920	1.246.976.280	7.856.024	2.921.824.542
Chimoio	713	1.412.248	1.006.932.824		
Inhambane	205	1.271.818	260.722.690		
Lichinga	0	0	0		
Matola	177	2.300.524	407.192.748		
Nampula	0	0	0		
Pemba	0	0	0		
Quelimane	0	0	0		
Tete	0	0	0		
Xai - Xai	0	1.228.514	0		

$$A_i = \frac{\sum_{j=1}^n (t_{ij} \times Pop_j)}{\sum_{j=1}^n Pop_j}$$

371,92

- Analogia entre Indicador de Gutierrez e Tempo Médio Ponderado

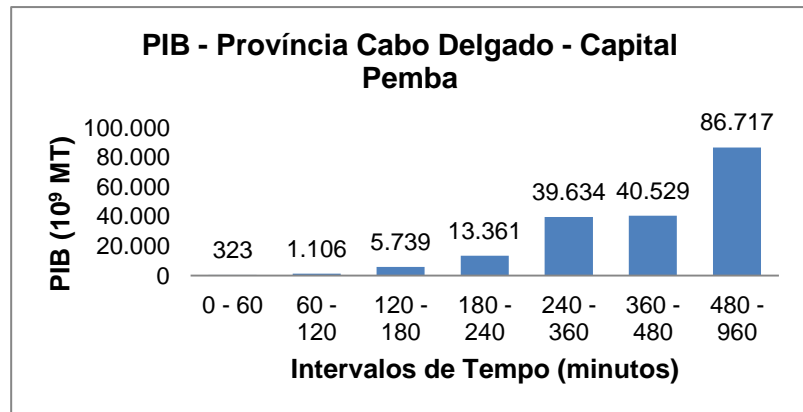
Província	Capital	Tempo Médio Ponderado	Indicador de Gutierrez e Urbano
Sofala	Beira	580,40	549,69
Manica	Chimoio	569,65	539,58
Inhambane	Inhambane	508,49	580,14
Niassa	Lichinga	615,08	585,22
Maputo	Matola	347,31	443,98
Nampula	Nampula	420,59	433,48
Cabo Delgado	Pemba	511,35	515,11
Zambézia	Quelimane	509,62	418,27
Tete	Tete	557,16	504,28
Gaza	Xai - Xai	389,75	371,92



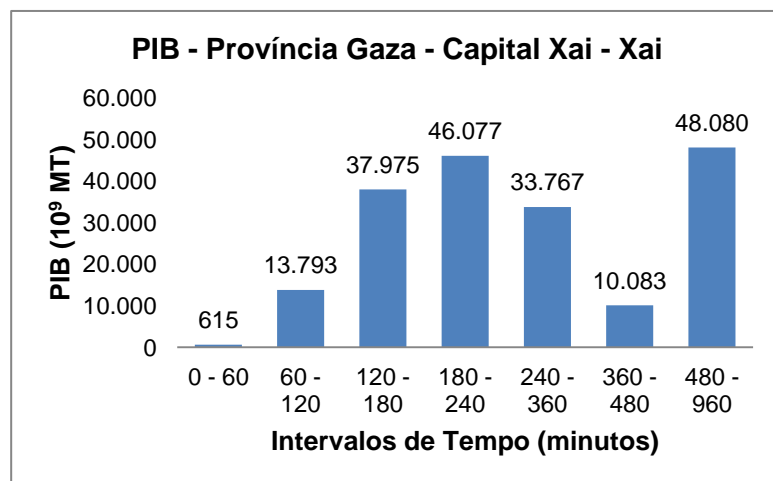
Anexo IV – Indicadores de Acessibilidade Económica

- Distribuição do PIB pelas coroas de acessibilidade

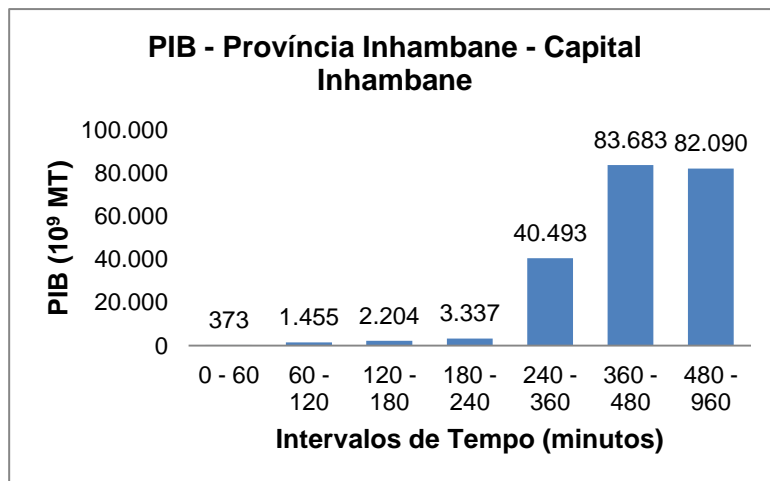
Cabo Delgado (10 ⁹ MT)	
0 - 60	323
60 - 120	1.106
120 - 180	5.739
180 - 240	13.361
240 - 360	39.634
360 - 480	40.529



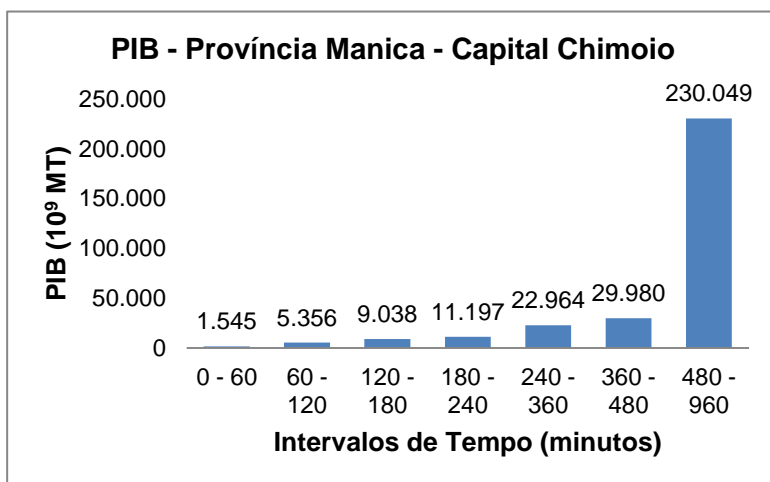
Gaza (10 ⁹ MT)	
0 - 60	615
60 - 120	13.793
120 - 180	37.975
180 - 240	46.077
240 - 360	33.767
360 - 480	10.083
480 - 960	48.080



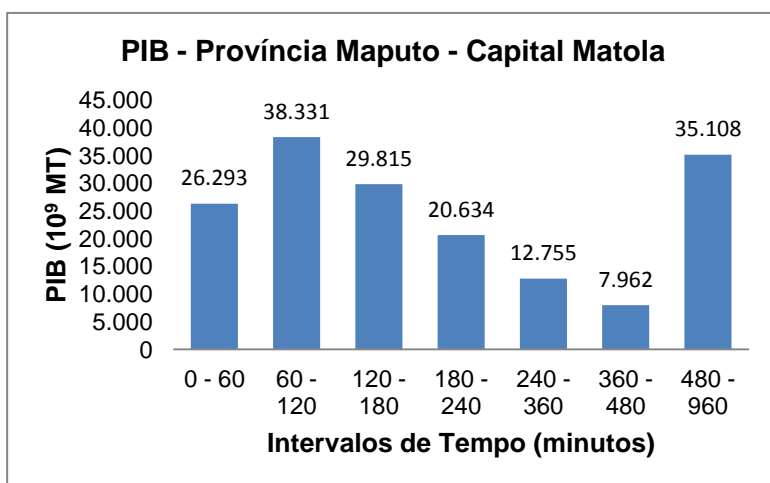
Inhambane (10 ⁹ MT)	
0 - 60	373
60 - 120	1.455
120 - 180	2.204
180 - 240	3.337
240 -360	40.493
360 - 480	83.683
480 - 960	82.090



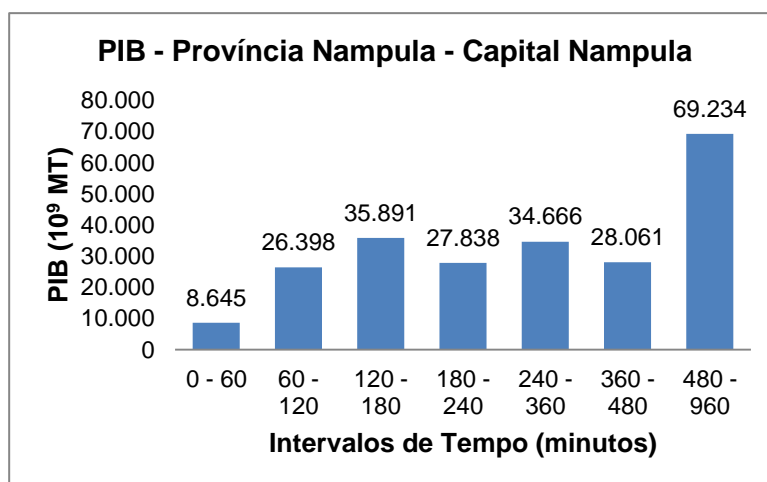
Manica (10 ⁹ MT)	
0 - 60	1.545
60 - 120	5.356
120 - 180	9.038
180 - 240	11.197
240 -360	22.964
360 - 480	29.980
480 - 960	230.049



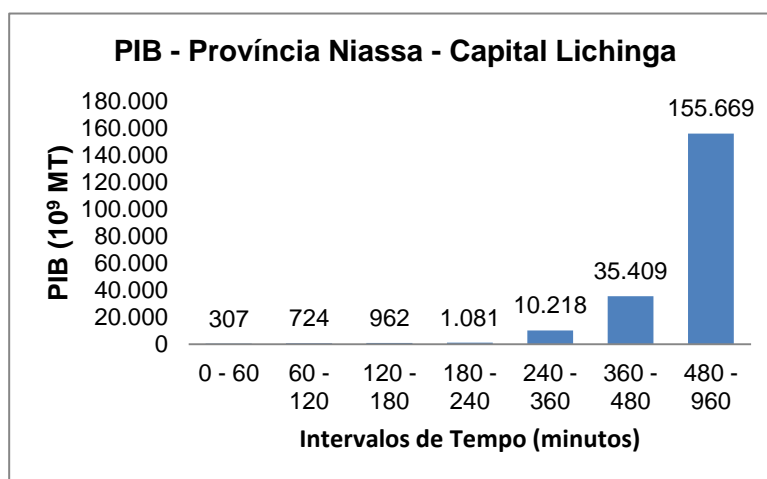
Maputo (10 ⁹ MT)	
0 - 60	26.293
60 - 120	38.331
120 - 180	29.815
180 - 240	20.634
240 -360	12.755
360 - 480	7.962
480 - 960	35.108



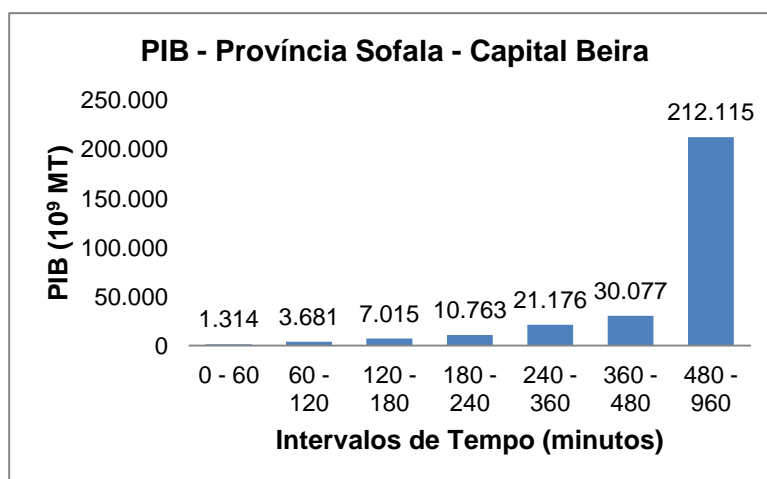
Nampula (10 ⁹ MT)	
0 - 60	8.645
60 - 120	26.398
120 - 180	35.891
180 - 240	27.838
240 - 360	34.666
360 - 480	28.061
480 - 960	69.234



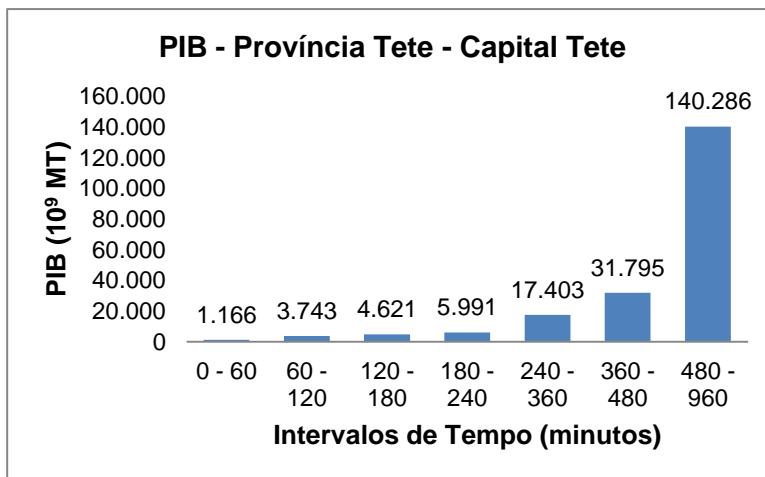
Niassa (10 ⁹ MT)	
0 - 60	307
60 - 120	724
120 - 180	962
180 - 240	1.081
240 - 360	10.218
360 - 480	35.409
480 - 960	155.669



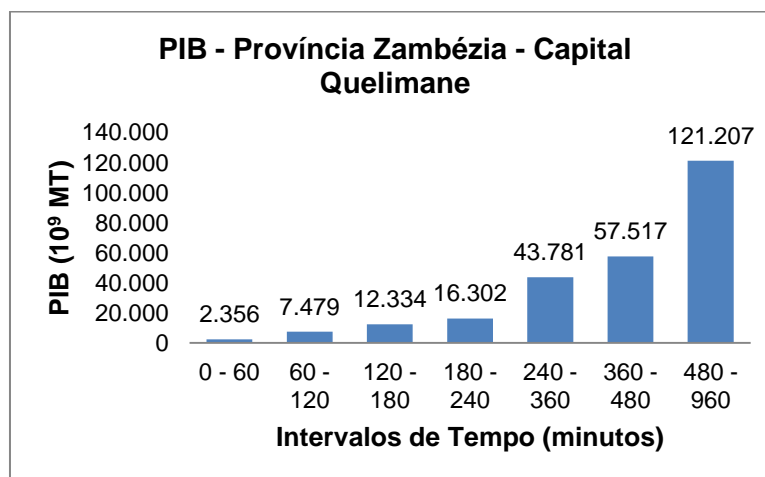
Sofala (10 ⁹ MT)	
0 - 60	1.314
60 - 120	3.681
120 - 180	7.015
180 - 240	10.763
240 - 360	21.176
360 - 480	30.077
480 - 960	212.115



Tete (10 ⁹ MT)	
0 - 60	1.166
60 - 120	3.743
120 - 180	4.621
180 - 240	5.991
240 - 360	17.403
360 - 480	31.795
480 - 960	140.286



Zambézia (10 ⁹ MT)	
0 - 60	2.356
60 - 120	7.479
120 - 180	12.334
180 - 240	16.302
240 - 360	43.781
360 - 480	57.517
480 - 960	121.207



• **Indicador de Gutierrez e Urbano**

➤ **Matriz dos Tempos de Percurso (horas)**

t _{ij} (horas)	Destinos										
	O/D	Beira	Chimoio	Inhambane	Lichinga	Matola	Nampula	Pemba	Quelimane	Tete	Xai - Xai
O	Beira	0	3	10	16	16	13	19	7	7	13
	Chimoio	3	0	9	12	15	13	19	7	5	12
R	Inhambane	10	9	0	24	6	21	27	15	14	3
	Lichinga	16	12	24	0	29	9	14	12	7	26
I	Matola	16	15	6	29	0	26	32	20	19	3
	Nampula	13	13	21	9	26	0	6	7	13	23
E	Pemba	19	19	27	14	32	6	0	13	20	29
	Quelimane	7	7	15	12	20	7	13	0	7	17
S	Tete	7	5	14	7	19	13	20	7	0	17
	Xai - Xai	13	12	3	26	3	23	29	17	17	0

➤ Matriz dos Tempos de Percurso (minutos)

t _{ij} (minutos)	Destinos										
	O/D	Beira	Chimoio	Inhambane	Lichinga	Matola	Nampula	Pemba	Quelimane	Tete	Xai - Xai
O R I G E N S	Beira	0	163	608	973	934	778	1146	420	448	759
	Chimoio	163	0	561	715	887	789	1157	431	290	713
	Inhambane	608	561	0	1437	380	1242	1620	884	844	205
	Lichinga	973	715	1437	0	1740	568	811	714	424	1560
	Matola	934	887	380	1740	0	1560	1920	1207	1168	177
	Nampula	778	789	1242	568	1560	0	372	421	802	1392
	Pemba	1146	1157	1620	811	1920	372	0	789	1170	1740
	Quelimane	420	431	884	714	1207	421	789	0	443	1034
	Tete	448	290	844	424	1168	802	1170	443	0	996
	Xai - Xai	759	713	205	1560	177	1392	1740	1034	996	0

• PIB por Províncias (Fonte:INE, Moçambique, 2009)

Província	Capital	PIB (10 ³ MT)
Sofala	Beira	21.000
Manica	Chimoio	9.083
Inhambane	Inhambane	11.801
Niassa	Lichinga	5.579
Maputo	Matola	54.646
Nampula	Nampula	24.295
Cabo Delgado	Pemba	8.294
Zambézia	Quelimane	17.646
Tete	Tete	10.764
Gaza	Xai - Xai	8.949

• Tabelas Indicador de Gutierrez e Urbano

Província Sofala - Capital Beira						
O/D	Beira (t _{ij})	PIB (10 ³ MT)	PIB (MT)	t _{ij} x PIB _j	∑ PIB _j	∑ (t _{ij} x PIB _j)
Beira	0	21000	20.999.500	0	172.054.700	1,1255E+11
Chimoio	163	9083	9.082.900	1480512700		
Inhambane	608	11801	11.800.600	7174764800		
Lichinga	973	5579	5.578.500	5427880500		
Matola	934	54646	54.646.100	5,1039E+10		
Nampula	778	24295	24.295.200	1,8902E+10		
Pemba	1146	8294	8.294.100	9505038600		
Quelimane	420	17646	17.645.500	7411110000		
Tete	448	10764	10.763.500	4822048000		
Xai - Xai	759	8949	8.948.800	6792139200		
$A_i = \frac{\sum_{j=1}^n (t_{ij} \times PIB_j)}{\sum_{j=1}^n PIB_j}$						

Província Manica - Capital Chimoio							
O/D	Chimoio (t _{ij})	PIB (10 ³ MT)	PIB (MT)	t _{ij} x PIB _j	∑ PIB _j	∑ (t _{ij} x PIB _j)	$A_i = \frac{\sum_{j=1}^n (t_{ij} \times PIB_j)}{\sum_{j=1}^n PIB_j}$
Beira	163	21000	20.999.500	3422918500	172.054.700	1,0838E+11	629,89
Chimoio	0	9083	9.082.900	0			
Inhambane	561	11801	11.800.600	6620136600			
Lichinga	715	5579	5.578.500	3988627500			
Matola	887	54646	54.646.100	4,8471E+10			
Nampula	789	24295	24.295.200	1,9169E+10			
Pemba	1157	8294	8.294.100	9596273700			
Quelimane	431	17646	17.645.500	7605210500			
Tete	290	10764	10.763.500	3121415000			
Xai - Xai	713	8949	8.948.800	6380494400			

Província Inhambane - Capital Inhambane							
O/D	Inhambane (t _{ij})	PIB (10 ³ MT)	PIB (MT)	t _{ij} x PIB _j	∑ PIB _j	∑ (t _{ij} x PIB _j)	$A_i = \frac{\sum_{j=1}^n (t_{ij} \times PIB_j)}{\sum_{j=1}^n PIB_j}$
Beira	608	21000	20.999.500	1,2768E+10	172.054.700	1,1677E+11	678,70
Chimoio	561	9083	9.082.900	5095506900			
Inhambane	0	11801	11.800.600	0			
Lichinga	1437	5579	5.578.500	8016304500			
Matola	380	54646	54.646.100	2,0766E+10			
Nampula	1242	24295	24.295.200	3,0175E+10			
Pemba	1620	8294	8.294.100	1,3436E+10			
Quelimane	884	17646	17.645.500	1,5599E+10			
Tete	844	10764	10.763.500	9084394000			
Xai - Xai	205	8949	8.948.800	1834504000			

Província Niassa - Capital Lichinga							
O/D	Lichinga (t _{ij})	PIB (10 ³ MT)	PIB (MT)	t _{ij} x PIB _j	∑ PIB _j	∑ (t _{ij} x PIB _j)	$A_i = \frac{\sum_{j=1}^n (t_{ij} \times PIB_j)}{\sum_{j=1}^n PIB_j}$
Beira	973	21000	20.999.500	2,0433E+10	172.054.700	1,9062E+11	1.107,89
Chimoio	715	9083	9.082.900	6494273500			
Inhambane	1437	11801	11.800.600	1,6957E+10			
Lichinga	0	5579	5.578.500	0			
Matola	1740	54646	54.646.100	9,5084E+10			
Nampula	568	24295	24.295.200	1,38E+10			
Pemba	811	8294	8.294.100	6726515100			
Quelimane	714	17646	17.645.500	1,2599E+10			
Tete	424	10764	10.763.500	4563724000			
Xai - Xai	1560	8949	8.948.800	1,396E+10			

Província Maputo - Capital Matola							
O/D	Matola (t _{ij})	PIB (10 ³ MT)	PIB (MT)	t _{ij} x PIB _j	∑ PIB _j	∑ (t _{ij} x PIB _j)	$A_i = \frac{\sum_{j=1}^n (t_{ij} \times PIB_j)}{\sum_{j=1}^n PIB_j}$
Beira	934	21.000	20.999.500	19613533000	172.054.700	1,3114E+11	762,20
Chimoio	887	9.083	9.082.900	8056532300			
Inhambane	380	11.801	11.800.600	4484228000			
Lichinga	1740	5.579	5.578.500	9706590000			
Matola	0	54.646	54.646.100	0			
Nampula	1560	24.295	24.295.200	37900512000			
Pemba	1920	8.294	8.294.100	15924672000			
Quelimane	1207	17.646	17.645.500	21298118500			
Tete	1168	10.764	10.763.500	12571768000			
Xai - Xai	177	8.949	8.948.800	1583937600			

Província Nampula - Capital Nampula							
O/D	Nampula (t _{ij})	PIB (10 ³ MT)	PIB (MT)	t _{ij} x PIB _j	∑ PIB _j	∑ (t _{ij} x PIB _j)	$A_i = \frac{\sum_{j=1}^n (t_{ij} \times PIB_j)}{\sum_{j=1}^n PIB_j}$
Beira	778	21000	20.999.500	16337611000	172.054.700	1,5818E+11	919,36
Chimoio	789	9083	9.082.900	7166408100			
Inhambane	1242	11801	11.800.600	14656345200			
Lichinga	568	5579	5.578.500	3168588000			
Matola	1560	54646	54.646.100	85247916000			
Nampula	0	24295	24.295.200	0			
Pemba	372	8294	8.294.100	3085405200			
Quelimane	421	17646	17.645.500	7428755500			
Tete	802	10764	10.763.500	8632327000			
Xai - Xai	1392	8949	8.948.800	12456729600			

Província Cabo Delgado - Capital Pemba							
O/D	Pemba (t _{ij})	PIB (10 ³ MT)	PIB (MT)	t _{ij} x PIB _j	∑ PIB _j	∑ (t _{ij} x PIB _j)	$A_i = \frac{\sum_{j=1}^n (t_{ij} \times PIB_j)}{\sum_{j=1}^n PIB_j}$
Beira	1146	21000	20.999.500	24065427000	172.054.700	2,1426E+11	1.245,30
Chimoio	1157	9083	9.082.900	10508915300			
Inhambane	1620	11801	11.800.600	19116972000			
Lichinga	811	5579	5.578.500	4524163500			
Matola	1920	54646	54.646.100	1,04921E+11			
Nampula	372	24295	24.295.200	9037814400			
Pemba	0	8294	8.294.100	0			
Quelimane	789	17646	17.645.500	13922299500			
Tete	1170	10764	10.763.500	12593295000			
Xai - Xai	1740	8949	8.948.800	15570912000			

Província Zambézia - Capital Quelimane							
O/D	Quelimane (t _{ij})	PIB (10 ³ MT)	PIB (MT)	t _{ij} x PIB _j	∑ PIB _j	∑ (t _{ij} x PIB _j)	$A_i = \frac{\sum_{j=1}^n (t_{ij} \times PIB_j)}{\sum_{j=1}^n PIB_j}$
Beira	420	21000	20.999.500	8819790000	172054700	1,239E+11	720,12
Chimoio	431	9083	9.082.900	3914729900			
Inhambane	884	11801	11.800.600	10431730400			
Lichinga	714	5579	5.578.500	3983049000			
Matola	1207	54646	54.646.100	65957842700			
Nampula	421	24295	24.295.200	10228279200			
Pemba	789	8294	8.294.100	6544044900			
Quelimane	0	17646	17.645.500	0			
Tete	443	10764	10.763.500	4768230500			
Xai - Xai	1034	8949	8.948.800	9253059200			

Província Tete- Capital Tete							
O/D	Tete (t _{ij})	PIB (10 ³ MT)	PIB (MT)	t _{ij} x PIB _j	∑ PIB _j	∑ (t _{ij} x PIB _j)	$A_i = \frac{\sum_{j=1}^n (t_{ij} \times PIB_j)}{\sum_{j=1}^n PIB_j}$
Beira	448	21000	20.999.500	9407776000	172054700	1,3411E+11	779,47
Chimoio	290	9083	9.082.900	2634041000			
Inhambane	844	11801	11.800.600	9959706400			
Lichinga	424	5579	5.578.500	2365284000			
Matola	1168	54646	54.646.100	63826644800			
Nampula	802	24295	24.295.200	19484750400			
Pemba	1170	8294	8.294.100	9704097000			
Quelimane	443	17646	17.645.500	7816956500			
Tete	0	10764	10.763.500	0			
Xai - Xai	996	8949	8.948.800	8913004800			

Província Gaza- Capital Xai - Xai							
O/D	Xai - Xai (t _{ij})	PIB (10 ³ MT)	PIB (MT)	t _{ij} x PIB _j	∑ PIB _j	∑ (t _{ij} x PIB _j)	
Beira	759	21000	20.999.500	15938620500	172054700	1,2043E+11	$A_i = \frac{\sum_{j=1}^n (t_{ij} \times PIB_j)}{\sum_{j=1}^n PIB_j}$
Chimoio	713	9083	9.082.900	6476107700			
Inhambane	205	11801	11.800.600	2419123000			
Lichinga	1560	5579	5.578.500	8702460000			
Matola	177	54646	54.646.100	9672359700			
Nampula	1392	24295	24.295.200	33818918400			
Pemba	1740	8294	8.294.100	14431734000			
Quelimane	1034	17646	17.645.500	18245447000			
Tete	996	10764	10.763.500	10720446000			
Xai - Xai	0	8949	8.948.800	0			
699,92							

• Tempo Médio Ponderado

Província Cabo Delgado - Capital Pemba						
Isócronas de Tempo (minutos)	t'	PIB	(t' x PIB)	∑(t' x PIB)	∑(PIB)	Tempo Médio Ponderado (minutos)
0 - 60	30	3,23E+11	9,69E+12	9,51245E+16	1,87409E+14	507,58
60 - 120	90	1,106E+12	9,954E+13			
120 - 180	150	5,739E+12	8,6085E+14			
180 - 240	210	1,3361E+13	2,80581E+15			
240 - 360	300	3,9634E+13	1,18902E+16			
360 - 480	420	4,0529E+13	1,70222E+16			
480 - 960	720	8,6717E+13	6,24362E+16			

Província Gaza - Capital Xai - Xai						
Isócronas de Tempo (minutos)	t'	PIB	(t' x PIB)	∑(t' x PIB)	∑(PIB)	Tempo Médio Ponderado (minutos)
0 - 60	30	6,15E+11	1,845E+13	6,56148E+16	1,9039E+14	344,63
60 - 120	90	1,3793E+13	1,24137E+15			
120 - 180	150	3,7975E+13	5,69625E+15			
180 - 240	210	4,6077E+13	9,67617E+15			
240 - 360	300	3,3767E+13	1,01301E+16			
360 - 480	420	1,0083E+13	4,23486E+15			
480 - 960	720	4,808E+13	3,46176E+16			

Província Inhambane - Capital Inhambane						
Isócronas de Tempo (minutos)	t'	PIB	(t' x PIB)	$\sum(t' \times \text{PIB})$	$\sum(\text{PIB})$	Tempo Médio Ponderado (minutos)
0 - 60	30	3,73E+11	1,119E+13	1,07573E+17	2,13635E+14	503,54
60 - 120	90	1,455E+12	1,3095E+14			
120 - 180	150	2,204E+12	3,306E+14			
180 - 240	210	3,337E+12	7,0077E+14			
240 - 360	300	4,0493E+13	1,21479E+16			
360 - 480	420	8,3683E+13	3,51469E+16			
480 - 960	720	8,209E+13	5,91048E+16			

Província Manica - Capital Chimoio						
Isócronas de Tempo (minutos)	t'	PIB	(t' x PIB)	$\sum(t' \times \text{PIB})$	$\sum(\text{PIB})$	Tempo Médio Ponderado (minutos)
0 - 60	30	1,545E+12	4,635E+13	1,89352E+17	3,10129E+14	610,56
60 - 120	90	5,356E+12	4,8204E+14			
120 - 180	150	9,038E+12	1,3557E+15			
180 - 240	210	1,1197E+13	2,35137E+15			
240 - 360	300	2,2964E+13	6,8892E+15			
360 - 480	420	2,998E+13	1,25916E+16			
480 - 960	720	2,30049E+14	1,65635E+17			

Província Maputo - Capital Matola						
Isócronas de Tempo (minutos)	t'	PIB	(t' x PIB)	$\sum(t' \times \text{PIB})$	$\sum \text{PIB}$	Tempo Médio Ponderado (minutos)
0 - 60	30	2,6293E+13	7,8879E+14	4,54923E+16	1,70898E+14	266,20
60 - 120	90	3,8331E+13	3,44979E+15			
120 - 180	150	2,9815E+13	4,47225E+15			
180 - 240	210	2,0634E+13	4,33314E+15			
240 - 360	300	1,2755E+13	3,8265E+15			
360 - 480	420	7,962E+12	3,34404E+15			
480 - 960	720	3,5108E+13	2,52778E+16			

Província Nampula - Capital Nampula						
Isócronas de Tempo (minutos)	t'	PIB	(t' x PIB)	$\Sigma(t' \times \text{PIB})$	ΣPIB	Tempo Médio Ponderado (minutos)
0 - 60	30	8,645E+12	2,5935E+14	8,58987E+16	2,30733E+14	372,29
60 - 120	90	2,6398E+13	2,37582E+15			
120 - 180	150	3,5891E+13	5,38365E+15			
180 - 240	210	2,7838E+13	5,84598E+15			
240 - 360	300	3,4666E+13	1,03998E+16			
360 - 480	420	2,8061E+13	1,17856E+16			
480 - 960	720	6,9234E+13	4,98485E+16			

Província Niassa - Capital Lichinga						
Isócronas de Tempo (minutos)	t'	PIB	(t' x PIB)	$\Sigma(t' \times \text{PIB})$	ΣPIB	Tempo Médio Ponderado (minutos)
0 - 60	30	3,07E+11	9,21E+12	1,30465E+17	2,0437E+14	638,37
60 - 120	90	7,24E+11	6,516E+13			
120 - 180	150	9,62E+11	1,443E+14			
180 - 240	210	1,081E+12	2,2701E+14			
240 - 360	300	1,0218E+13	3,0654E+15			
360 - 480	420	3,5409E+13	1,48718E+16			
480 - 960	720	1,55669E+14	1,12082E+17			

Província Sofala - Capital Beira						
Isócronas de Tempo (minutos)	t'	PIB	(t' x PIB)	$\Sigma(t' \times \text{PIB})$	ΣPIB	Tempo Médio Ponderado (minutos)
0 - 60	30	1,314E+12	3,942E+13	1,75391E+17	2,86141E+14	612,95
60 - 120	90	3,681E+12	3,3129E+14			
120 - 180	150	7,015E+12	1,05225E+15			
180 - 240	210	1,0763E+13	2,26023E+15			
240 - 360	300	2,1176E+13	6,3528E+15			
360 - 480	420	3,0077E+13	1,26323E+16			
480 - 960	720	2,12115E+14	1,52723E+17			

Província de Tete - Capital Tete						
Isócronas de Tempo (minutos)	t'	PIB	(t' x PIB)	Σ(t' x PIB)	ΣPIB	Tempo Médio Ponderado (minutos)
0 - 60	30	1,166E+12	3,498E+13	1,90527E+17	6,62494E+14	287,59
60 - 120	90	3,743E+12	3,3687E+14			
120 - 180	150	4,6211E+14	6,93165E+16			
180 - 240	210	5,991E+12	1,25811E+15			
240 - 360	300	1,7403E+13	5,2209E+15			
360 - 480	420	3,1795E+13	1,33539E+16			
480 - 960	720	1,40286E+14	1,01006E+17			

Província de Zambézia - Capital Quelimane						
Isócronas de Tempo (minutos)	t'	PIB	(t' x PIB)	Σ(t' x PIB)	ΣPIB	Tempo Médio Ponderado (minutos)
0 - 60	30	2,356E+12	7,068E+13	1,30578E+17	2,60976E+14	500,34
60 - 120	90	7,479E+12	6,7311E+14			
120 - 180	150	1,2334E+13	1,8501E+15			
180 - 240	210	1,6302E+13	3,42342E+15			
240 - 360	300	4,3781E+13	1,31343E+16			
360 - 480	420	5,7517E+13	2,41571E+16			
480 - 960	720	1,21207E+14	8,7269E+16			

• **Indicador Agregado**

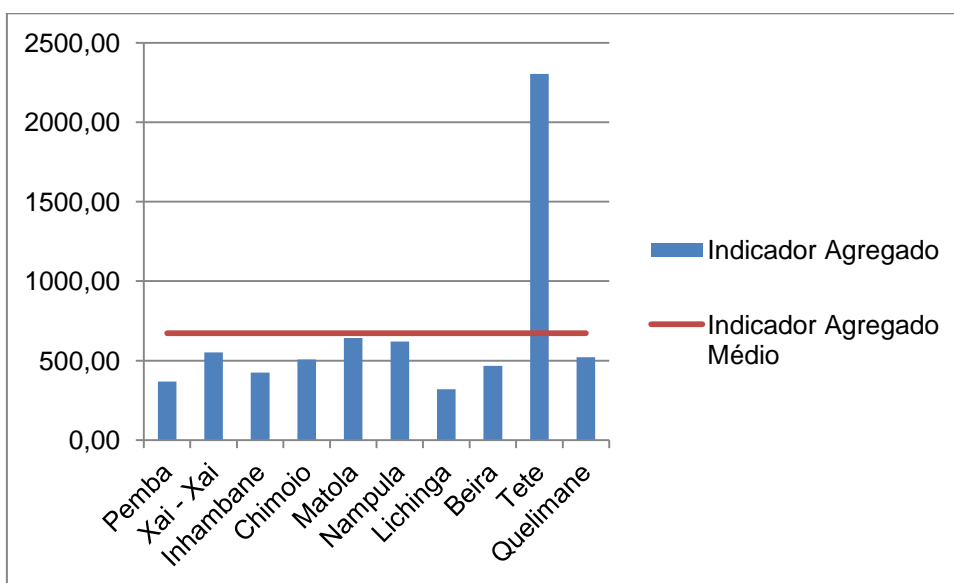
$$\text{Indicador Agregado} = \frac{\sum PIB_{\text{Alcançado}}}{\text{Tempo Médio Ponderado}}$$

Províncias	Capitais	Σ PIB Alcançado	Tempo Médio Ponderado	Indicador Agregado	Indicador Agregado (/10 ⁹)
Cabo Delgado	Pemba	1,87409E+14	507,58	3,69E+11	369,22
Gaza	Xai - Xai	1,9039E+14	344,63	5,52E+11	552,44
Inhambane	Inhambane	2,13635E+14	503,54	4,24E+11	424,27
Manica	Chimoio	3,10129E+14	610,56	5,08E+11	507,94
Maputo	Matola	1,70898E+14	266,20	6,42E+11	642,00
Nampula	Nampula	2,30733E+14	372,29	6,20E+11	619,77
Niassa	Lichinga	2,0437E+14	638,37	3,20E+11	320,14
Sofala	Beira	2,86141E+14	612,95	4,67E+11	466,82
Tete	Tete	6,62494E+14	287,59	2,30E+12	2303,60
Zambézia	Quelimane	2,60976E+14	500,34	5,22E+11	521,59

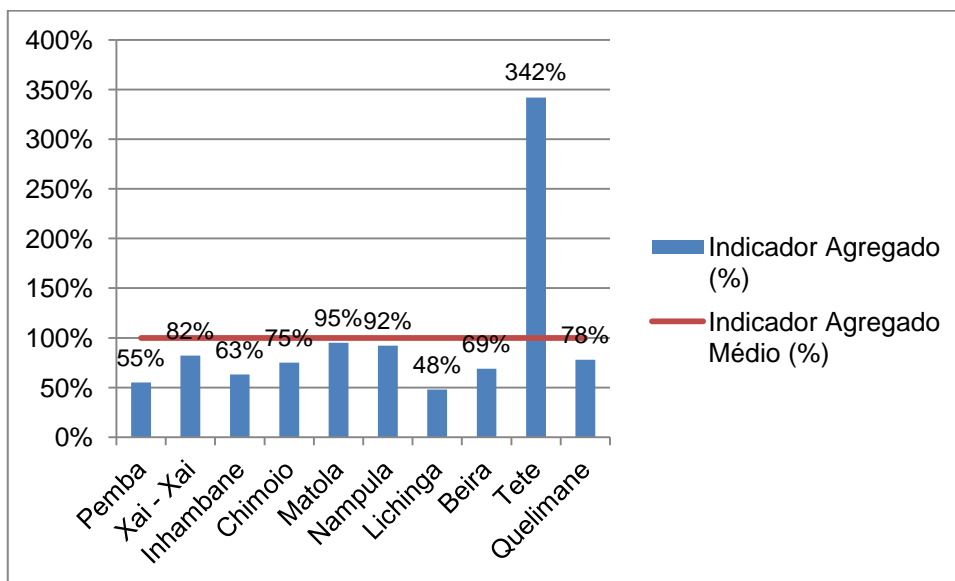
➤ **Indicador Agregado Médio**

Províncias	Capitais	Indicador Agregado	Indicador Agregado Médio
Cabo Delgado	Pemba	369,22	672,78
Gaza	Xai - Xai	552,44	
Inhambane	Inhambane	424,27	
Manica	Chimoio	507,94	
Maputo	Matola	642,00	
Nampula	Nampula	619,77	
Niassa	Lichinga	320,14	
Sofala	Beira	466,82	
Tete	Tete	2.303,60	
Zambézia	Quelimane	521,59	

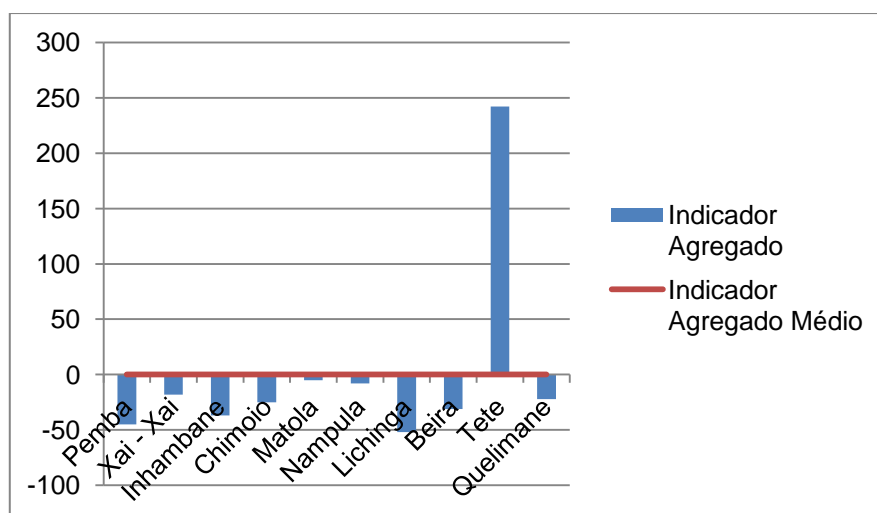
➤ **Gráfico do Indicador Agregado**



➤ Gráfico do Indicador Agregado (%)



➤ Oscilação do Indicador Agregado



• Indicador de Gutierrez e Urbano (Tempos até 960 minutos)

➤ Matriz dos Tempos de Percurso (horas)

t_{ij} (horas)	Destinos										
	O/D	Beira	Chimoio	Inhambane	Lichinga	Matola	Nampula	Pemba	Quelimane	Tete	Xai - Xai
O R I G E N S	Beira	0	3	10	16	16	13	19	7	7	13
	Chimoio	3	0	9	12	15	13	19	7	5	12
	Inhambane	10	9	0	24	6	21	27	15	14	3
	Lichinga	16	12	24	0	29	9	14	12	7	26
	Matola	16	15	6	29	0	26	32	20	19	3
	Nampula	13	13	21	9	26	0	6	7	13	23
	Pemba	19	19	27	14	32	6	0	13	20	29
	Quelimane	7	7	15	12	20	7	13	0	7	17
	Tete	7	5	14	7	19	13	20	7	0	17
	Xai - Xai	13	12	3	26	3	23	29	17	17	0

➤ Matriz dos Tempos de Percurso (minutos)

t _{ij} (minutos)	Destinos										
	O/D	Beira	Chimoio	Inhambane	Lichinga	Matola	Nampula	Pemba	Quelimane	Tete	Xai - Xai
O R I G E N S	Beira	0	163	608	973	934	778	1146	420	448	759
	Chimoio	163	0	561	715	887	789	1157	431	290	713
	Inhambane	608	561	0	1437	380	1242	1620	884	844	205
	Lichinga	973	715	1437	0	1740	568	811	714	424	1560
	Matola	934	887	380	1740	0	1560	1920	1207	1168	177
	Nampula	778	789	1242	568	1560	0	372	421	802	1392
	Pemba	1146	1157	1620	811	1920	372	0	789	1170	1740
	Quelimane	420	431	884	714	1207	421	789	0	443	1034
	Tete	448	290	844	424	1168	802	1170	443	0	996
	Xai - Xai	759	713	205	1560	177	1392	1740	1034	996	0

• PIB por Províncias (Fonte:INE, Moçambique, 2009)

Província	Capital	PIB (10 ³ MT)
Sofala	Beira	21.000
Manica	Chimoio	9.083
Inhambane	Inhambane	11.801
Niassa	Lichinga	5.579
Maputo	Matola	54.646
Nampula	Nampula	24.295
Cabo Delgado	Pemba	8.294
Zambézia	Quelimane	17.646
Tete	Tete	10.764
Gaza	Xai - Xai	8.949

• Indicador de Gutierrez e Urbano (Tempos até 960 minutos)

Província de Sofala - Capital Beira						
O/D	Beira	PIB (10 ³ MT)	PIB (MT)	t _{ij} x PIB _j	∑ PIB _j	∑ (t _{ij} x PIB _j)
Beira	0	21000	20.999.500	0	1,6E+08	97621697700
Chimoio	163	9083	9.082.900	1480512700		
Inhambane	608	11801	11.800.600	7174764800		
Lichinga	0	0	0	0		
Matola	934	54646	54.646.100	51039457400		
Nampula	778	24295	24.295.200	18901665600		
Pemba	0	0	0	0		
Quelimane	420	17646	17.645.500	7411110000		
Tete	448	10764	10.763.500	4822048000		
Xai - Xai	759	8949	8.948.800	6792139200		

$$A_i = \frac{\sum_{j=1}^n (t_{ij} \times PIB_j)}{\sum_{j=1}^n PIB_j}$$

617,15

Província de Manica - Capital Chimoio							
O/D	Chimoio	PIB (10 ³ MT)	PIB (MT)	t _{ij} x PIB _j	∑ PIB _j	∑ (t _{ij} x PIB _j)	
Beira	163	21000	20999500	3422918500	1,6E+08	98778806000	$A_i = \frac{\sum_{j=1}^n (t_{ij} \times PIB_j)}{\sum_{j=1}^n PIB_j}$
Chimoio	0	9083	9082900	0			
Inhambane	561	11801	11800600	6620136600			
Lichinga	715	5579	5578500	3988627500			
Matola	887	54646	54646100	48471090700			
Nampula	789	24295	24295200	19168912800			
Pemba	0	0	0	0			
Quelimane	431	17646	17645500	7605210500			
Tete	290	10764	10763500	3121415000			
Xai - Xai	713	8949	8948800	6380494400			
603,19							

Província de Inhambane - Capital Inhambane							
O/D	Inhambane	PIB (10 ³ MT)	PIB (MT)	t _{ij} x PIB _j	∑ PIB _j	∑ (t _{ij} x PIB _j)	
Beira	608	21000	20999500	12767696000	1,3E+08	65146240900	$A_i = \frac{\sum_{j=1}^n (t_{ij} \times PIB_j)}{\sum_{j=1}^n PIB_j}$
Chimoio	561	9083	9082900	5095506900			
Inhambane	0	11801	11800600	0			
Lichinga	0	0	0	0			
Matola	380	54646	54646100	20765518000			
Nampula	0	0	0	0			
Pemba	0	0	0	0			
Quelimane	884	17646	17645500	15598622000			
Tete	844	10764	10763500	9084394000			
Xai - Xai	205	8949	8948800	1834504000			
486,58							

Província de Niassa - Capital Lichinga							
O/D	Lichinga	PIB (10 ³ MT)	PIB (MT)	t _{ij} x PIB _j	∑ PIB _j	∑ (t _{ij} x PIB _j)	
Beira	0	0	0	0	7,6E+07	44183073200	$A_i = \frac{\sum_{j=1}^n (t_{ij} \times PIB_j)}{\sum_{j=1}^n PIB_j}$
Chimoio	715	9083	9082900	6494273500			
Inhambane	0	0	0	0			
Lichinga	0	5579	5578500	0			
Matola	0	0	0	0			
Nampula	568	24295	24295200	13799673600			
Pemba	811	8294	8294100	6726515100			
Quelimane	714	17646	17645500	12598887000			
Tete	424	10764	10763500	4563724000			
Xai - Xai	0	0	0	0			
583,97							

Província de Maputo - Capital Matola							
O/D	Matola	PIB (10 ³ MT)	PIB (MT)	t _{ij} x PIB _j	∑ PIB _j	∑ (t _{ij} x PIB _j)	
Beira	934	21000	20999500	19613533000	1,1E+08	33738230900	$A_i = \frac{\sum_{j=1}^n (t_{ij} \times PIB_j)}{\sum_{j=1}^n PIB_j}$
Chimoio	887	9083	9082900	8056532300			
Inhambane	380	11801	11800600	4484228000			
Lichinga	0	0	0	0			
Matola	0	54646	54646100	0			
Nampula	0	0	0	0			
Pemba	0	0	0	0			
Quelimane	0	0	0	0			
Tete	0	0	0	0			
Xai - Xai	177	8949	8948800	1583937600			
319,86							

Província de Nampula - Capital Nampula							
O/D	Nampula	PIB (10 ³ MT)	PIB (MT)	t _{ij} x PIB _j	∑ PIB _j	∑ (t _{ij} x PIB _j)	
Beira	778	21000	20999500	16337611000	1,1E+08	58275824400	$A_i = \frac{\sum_{j=1}^n (t_{ij} \times PIB_j)}{\sum_{j=1}^n PIB_j}$
Chimoio	789	9083	9082900	7166408100			
Inhambane	0	0	0	0			
Lichinga	568	5579	5578500	3168588000			
Matola	0	0	0	0			
Nampula	0	24295	24295200	0			
Pemba	372	8294	8294100	3085405200			
Quelimane	421	17646	17645500	7428755500			
Tete	802	10764	10763500	8632327000			
Xai - Xai	1392	8949	8948800	12456729600			
551,81							

Anexo IV- Indicadores de Acessibilidade Económica

Província de Cabo Delgado - Capital Pemba							
O/D	Pemba	PIB (10 ³ MT)	PIB (MT)	t _{ij} x PIB _j	∑ PIB _j	∑ (t _{ij} x PIB _j)	
Beira	0	0	0	0	5,6E+07	27484277400	$A_i = \frac{\sum_{j=1}^n (t_{ij} \times PIB_j)}{\sum_{j=1}^n PIB_j}$
Chimoio	0	0	0	0			
Inhambane	0	0	0	0			
Lichinga	811	5579	5578500	4524163500			
Matola	0	0	0	0			
Nampula	372	24295	24295200	9037814400			
Pemba	0	8294	8294100	0			
Quelimane	789	17646	17645500	13922299500			
Tete	0	0	0	0			
Xai - Xai	0	0	0	0			
492,43							

Província de Zambézia - Capital Quelimane							
O/D	Quelimane	PIB (10 ³ MT)	PIB (MT)	t _{ij} x PIB _j	∑ PIB _j	∑ (t _{ij} x PIB _j)	
Beira	420	21000	20999500	8819790000	1,1E+08	48689853900	$A_i = \frac{\sum_{j=1}^n (t_{ij} \times PIB_j)}{\sum_{j=1}^n PIB_j}$
Chimoio	431	9083	9082900	3914729900			
Inhambane	884	11801	11800600	10431730400			
Lichinga	714	5579	5578500	3983049000			
Matola	0	0	0	0			
Nampula	421	24295	24295200	10228279200			
Pemba	789	8294	8294100	6544044900			
Quelimane	0	17646	17645500	0			
Tete	443	10764	10763500	4768230500			
Xai - Xai	0	0	0	0			
448,92							

Província de Tete - Capital Tete							
O/D	Tete	PIB (10 ³ MT)	PIB (MT)	t _{ij} x PIB _j	∑ PIB _j	∑ (t _{ij} x PIB _j)	
Beira	448	21000	20999500	9407776000	1E+08	51668514300	$A_i = \frac{\sum_{j=1}^n (t_{ij} \times PIB_j)}{\sum_{j=1}^n PIB_j}$
Chimoio	290	9083	9082900	2634041000			
Inhambane	844	11801	11800600	9959706400			
Lichinga	424	5579	5578500	2365284000			
Matola	0	0	0	0			
Nampula	802	24295	24295200	19484750400			
Pemba	0	0	0	0			
Quelimane	443	17646	17645500	7816956500			
Tete	0	10764	10763500	0			
Xai - Xai	0	0	0	0			
515,83							

Província de Gaza - Capital Xai - Xai							
O/D	Xai - Xai	PIB (10 ³ MT)	PIB (MT)	t _{ij} x PIB _j	∑ PIB _j	∑ (t _{ij} x PIB _j)	
Beira	759	21000	20999500	15938620500	1,1E+08	34506210900	$A_i = \frac{\sum_{j=1}^n (t_{ij} \times PIB_j)}{\sum_{j=1}^n PIB_j}$
Chimoio	713	9083	9082900	6476107700			
Inhambane	205	11801	11800600	2419123000			
Lichinga	0	0	0	0			
Matola	177	54646	54646100	9672359700			
Nampula	0	0	0	0			
Pemba	0	0	0	0			
Quelimane	0	0	0	0			
Tete	0	0	0	0			
Xai - Xai	0	8949	8948800	0			
327,14							

Analogia entre Indicador de Gutierrez e Tempo Médio Ponderado

Província	Capital	Tempo Médio Ponderado	Indicador G&U
Sofala	Beira	612,95	617,15
Manica	Chimoio	610,56	603,19
Inhambane	Inhambane	503,54	486,58
Niassa	Lichinga	638,37	583,97
Maputo	Matola	266,20	319,86
Nampula	Nampula	372,29	551,81
Cabo Delgado	Pemba	507,58	492,43
Zambézia	Quelimane	500,34	448,92
Tete	Tete	287,59	515,83
Gaza	Xai - Xai	344,63	327,14

