

UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE CIENCIAS
DEPARTAMENTO DE MATEMATICA E
INFORMATICA

TRABALHO DE LICENCIATURA

SISTEMA DE MAPAS GEOGRAFICOS DE MOÇAMBIQUE

AUTOR: Leonardo Abílio Conjo

Maputo, Julho de 2000.

RE 9937

IT-21

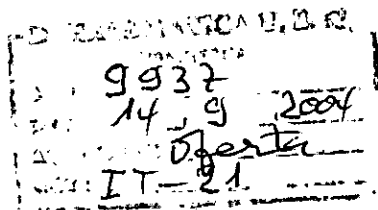
UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA E INFORMÁTICA

TRABALHO DE LICENCIATURA

SISTEMA DE MAPAS GEOGRÁFICOS DE MOÇAMBIQUE

Supervisor: Dr. Nguyen Ngoc Quynh

Autor: Leonardo Abílio Conjo



IT-21

DEDICATÓRIA

Este trabalho é dedicado aos meus pais, que sempre me incentivaram a estudar.

Leonardo Abílio Conjo

AGRADECIMENTOS

Estes agradecimentos vão para aquelas pessoas que me apoiaram, quando precisei e que grandemente contribuíram para a realização deste trabalho.

Ao **Dr. Nguyen Ngoc Quynh**, meu supervisor, quero agradecer-lhe muito pela dedicação e disposição na supervisão desta tese. A si o meu muito obrigado.

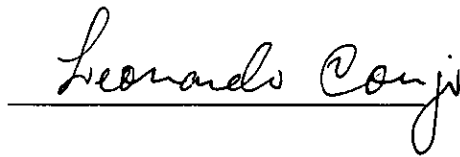
A minha gratidão é estendida ainda aos meus colegas **dr^a Ilda Mónica Come** e **Sr. Mateus Simbine**.

Quero por último agradecer à Direcção e aos funcionários da **DINAGECA**, **INAHINA** e aos funcionários da biblioteca do **DMI** que directa ou indirectamente contribuíram para a realização deste trabalho. Muito obrigado!

Leonardo Abilio Conjo

DECLARAÇÃO DE HONRA

Declaro por minha honra que este trabalho é resultado da minha própria investigação, e que o mesmo foi realizado para ser submetido como trabalho de **Licenciatura em Informática** na Universidade Eduardo Mondlane.

A handwritten signature in cursive script, reading "Leonardo Conjo", is written over a horizontal line.

Leonardo Abílio Conjo

Maputo, Julho de 2000

RESUMO

Este trabalho visa a criação de um sistema para a produção de mapas geográficos de Moçambique. A ideia básica é a partir de mapas em papel produzir mapas no computador.

Pretende-se com este trabalho disponibilizar mapas geográficos de Moçambique através do computador, usando técnicas de programação em computação gráfica.

Neste trabalho faz-se a digitalização dos mapas em papel (ou seja faz-se a conversão dos mapas em papel para ficheiros de computador); em seguida define-se um algoritmo para a elaboração de mapas no computador e cria-se a aplicação para o efeito. A aplicação produz mapas com base na informação digitalizada e guardada em ficheiros simples.

A primeira parte do trabalho ocupa-se com a revisão dos conceitos básicos a ser usados ao longo do trabalho.

Como parte final faz-se a digitalização dos dados, cria-se o algoritmo para a elaboração de mapas e faz-se a codificação usando a linguagem de programação **TURBO PASCAL versão 7.0.**

Como resultado do estudo tem-se uma aplicação que produz mapas relativos aos seguintes temas: população, transportes, indústria, geologia, florestas, pescas e turismo.

Índice

1. Introdução	1
1.1. Objectivos	3
2. Material e métodos.....	3
3. Resultados.....	4
3.1. Conceitos fundamentais.....	4
3.1.1. Sistemas de coordenadas.....	4
3.1.2. Estrutura de dados para mapas.....	12
3.1.3. Representação de dados (espaciais) de mapas no computador.....	16
3.1.4. Erros na produção de mapas	16
3.1.5. Sistema de Informação Geográfica (GIS).....	17
3.2. Sistema de mapas geográficos de Moçambique (SMGM)	20
3.2.1. Obtenção dos dados para a produção de mapas.....	21
3.2.2. Descrição dos processos	27
3.2.2.1. Diagramas de fluxos de dados (DFD's)	27
3.2.2.2. Dicionário de dados	28
3.2.3. Modelo conceptual de dados.....	30
3.2.3.1. Descrição das entidades	30
3.2.3.2. Diagrama Entidade-Associação (DEA)	31
3.2.3.3. Esquema relacional	33
3.2.3.4. Domínio dos atributos.....	34
3.2.4. Algoritmo para a produção de mapas	36
3.2.4.1. Desenho da fronteira do país/província	36
3.2.4.2. Desenho dos recursos que se representam sob a forma de uma linha.	38
3.2.4.3. Recursos que se representam sob a forma de um símbolo	38
3.2.5. Outputs da aplicação.....	40
4. Discussão	43
5. Conclusões e recomendações.....	44
6. Referências bibliográficas.....	45

7. Anexos	46
7.1 Programa computacional	46
7.2. Ficheiros de dados.....	89

CAPÍTULO I

1. Introdução

Este trabalho visa a criação de um sistema de produção de mapas geográficos de Moçambique.

A procura de mapas retratando a distribuição de recursos, tais como recursos naturais, pedológicos, bacias hidrográficas, etc. tem crescido bastante. O uso da terra pelos Homens conduziu ao estudo de distribuições espaciais de objectos tais como solo, pessoas, vegetação, clima, etc. Um inventário teve que ser feito através do qual dados foram colectados e registados. Devido ao maior volume de dados e à falta de ferramentas matemáticas, métodos qualitativos de classificação e mapeamento eram usados inicialmente. Com o desenvolvimento de ferramentas matemáticas apropriadas e o surgimento de computadores digitais, análises espaciais e mapeamentos quantitativos multiplicaram-se rapidamente.

Antes dos computadores digitais, bases de dados espaciais eram desenhos sobre o papel ou filmes. Vários símbolos, cores e códigos juntamente com legendas eram usados para visualizar entidades geográficas; informação adicional era dada em narrativas.

Os mapas impressos caracterizam-se pela perda de alguns detalhes para se reduzir o volume de dados; são desenhados com uma maior exactidão e com uma clara apresentação; escalas maiores implicam numerosos pedaços de papel e as vezes áreas de interesse são junções de dois ou mais pedaços; dados sobre mapas impressos não são facilmente retirados e combinados com outros dados espaciais.

A colecção e compilação de dados e a publicação de mapas impressos acarretam elevados custos e consome muito tempo. A extração de uma informação a partir de um mapa impresso não é fácil.

O uso do computador digital para a produção de mapas oferece as seguintes vantagens: a criação de mapas é rápida e acarreta menos custos; pode-se produzir mapas para necessidades específicas do utilizador; a produção de mapas é possível sem uma equipa especializada; torna fácil a criação e actualização de mapas; permite interação entre análises estatísticas e

mapeamento; o mapa impresso não é base de dados; permite realizar experiências com diferentes tipos de gráficos; cria mapas difíceis de produzir à mão; procedimentos de selecção e generalização são explicitamente definidos e constantemente executados.

Em Moçambique a maior parte de informação geográfica é publicada através de documentos em papel; o processo de actualização e publicação destes documentos consome muito tempo e acarreta elevados custos.

Neste trabalho a questão fundamental é a disponibilização de informação relativa à distribuição de recursos geográficos; questões tais como desflorestamento, desastres naturais, melhor rota, melhor solo para o plantio de uma determinada espécie de planta podem ser melhor solucionadas quando se possuir melhor informação geográfica.

O sistema de mapas geográficos de Moçambique (SMGM) tem como finalidade a disponibilização de informação geográfica no computador, através de mapas. Pode ser usado por individuais e instituições para uma melhor planificação e para outros fins. Este sistema, tem as seguintes vantagens: torna fácil a actualização dos mapas, a criação de mapas é rápida, fornece uma grande variedade de informação, a informação é inserida uma vez e usada várias vezes, torna possível produzir mapas sem uma equipa especializada e estimula o melhoramento da gestão das organizações e dos recursos.

Para a criação deste sistema fez-se o uso da programação em computação gráfica. Deste modo um mapa é reduzido a um conjunto de pontos, linhas e polígonos.

A ideia básica é, a partir de mapas e outros documentos em papel existentes, produzir mapas no computador.

1.1. Objectivos

1.1.1. Objectivos gerais

O objectivo deste trabalho é a criação de uma aplicação para a produção de mapas geográficos de Moçambique.

1.1.2. Objectivos específicos

- Digitalizar os dados geográficos a partir de documentos em papel existentes.
- Desenvolver um algoritmo para a produção de mapas geográficos de Moçambique.

CAPÍTULO II

2. Material e métodos

A metodologia deste trabalho está baseada nos princípios de programação em computação gráfica. Um mapa é reduzido a três conceitos básicos: ponto, linha e área.

Os dados foram obtidos junto dos provedores, sob a forma de documentos em papel. A digitalização (conversão de dados escritos no papel para ficheiros de computador) destes dados foi feita manualmente e consistiu no levantamento das coordenadas cartesianas necessárias para se projectar os mapas no computador. Entende-se por provedores as instituições responsáveis pelo controle e publicação de informação geográfica (**DINAGECA, INAHINA** e bibliotecas).

Para a efectivação do trabalho recorreu-se à bibliografia disponível nas várias bibliotecas da cidade de Maputo, às aulas de esclarecimento de qualquer dúvida e à bibliografia e referências bibliográficas fornecidas pelo supervisor da tese, à entrevistas com pessoas ligadas à produção e publicação de informação geográfica e ao uso do computador e da linguagem de programação **TURBO PASCAL versão 7.0**. As referências bibliográficas são ilustradas no fim do trabalho.

CAPÍTULO III

3. Resultados

3.1. Conceitos fundamentais

A seguir faz-se revisão dos conceitos que serão usados ao longo do trabalho.

3.1.1. Sistemas de coordenadas

I. Sistema de coordenadas cartesianas no plano

Definição 3.1.1.1 (ponto cartesiano no plano)

Um ponto cartesiano no plano é representado como um par ordenado (x,y) onde o x corresponde à coordenada no eixo das abcissas e o y corresponde à coordenada no eixo das ordenadas.

Seja dado um ponto $(7, 6)$, a sua representação no plano é a seguinte:

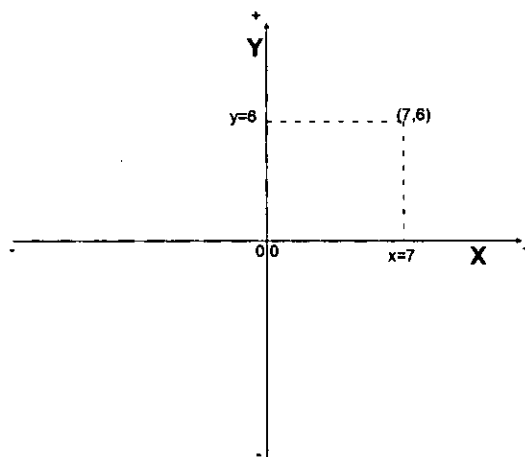


Figura 1 - (ponto cartesiano no plano)

Definição 3.1.1.2 (segmento de linha no plano)

Dois pontos extremos definem um segmento de linha no plano.

Sejam dados dois pontos extremos $(-5,2)$ e $(7,6)$; a representação gráfica do segmento de linha dado por estes dois pontos extremos é a seguinte:

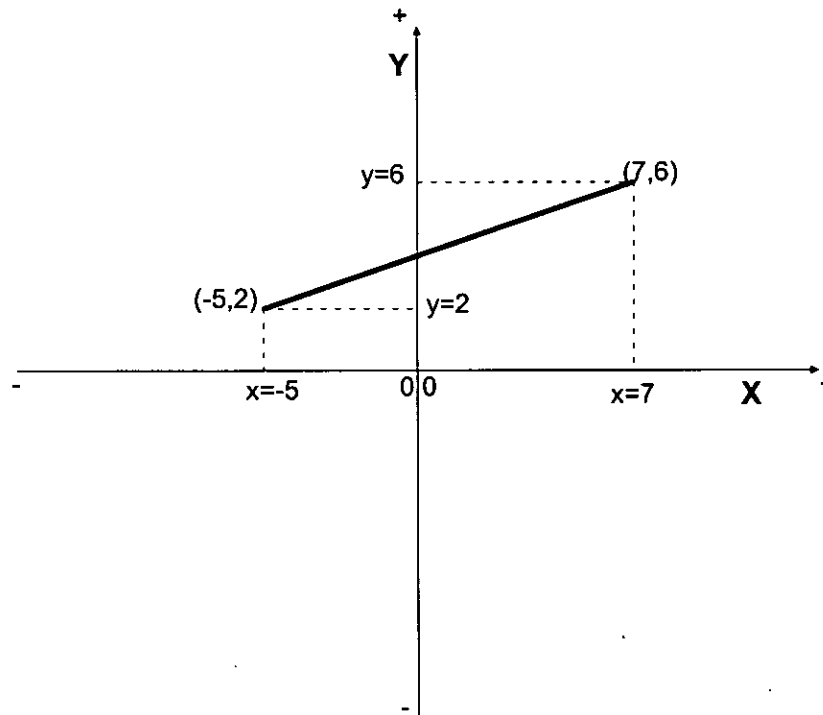


Figura 2 - (segmento de linha no plano)

a) **Distância entre dois pontos cartesianos no plano**

A distância entre dois pontos cartesianos no plano é dada pelo teorema de pitágoras.

Sejam dados dois pontos (x_a, y_a) e (x_b, y_b) conforme mostra a figura que se segue. A distância (d) entre estes dois pontos é dada pela seguinte fórmula:

$$d = \sqrt{(x_b - x_a)^2 + (y_b - y_a)^2} \quad (1)$$

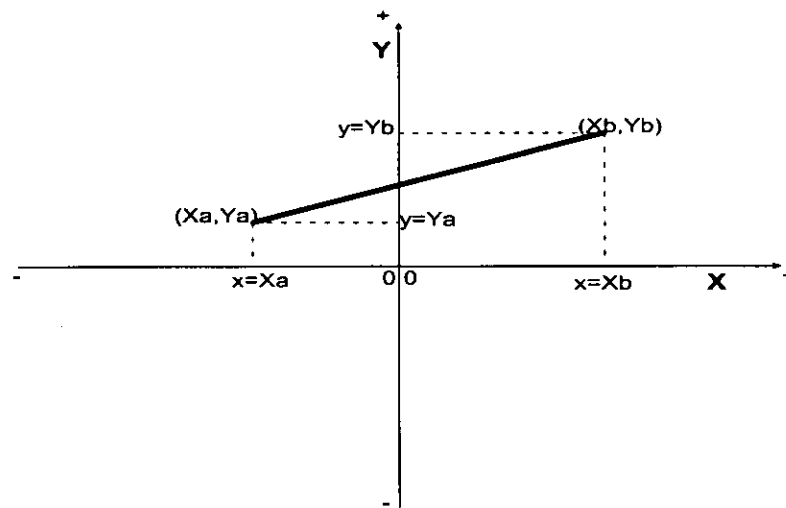


Figura 3 - (distância entre dois pontos cartesianos no plano)

b) Transformação das coordenadas de um sistema para outro sistema de coordenadas cartesianas no plano

Sejam dados dois sistemas de coordenadas cartesianas no plano (sistemas A e B) conforme mostra a figura a seguir:

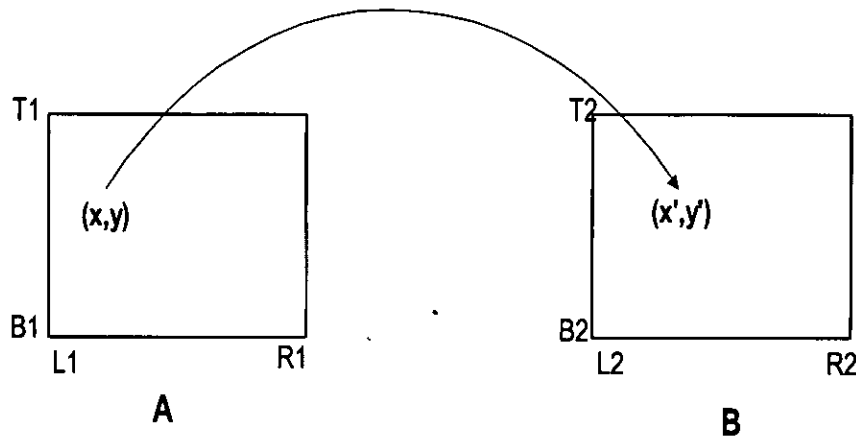


Figura 4 - (transformação das coordenadas do sistema A para o sistema B)

A transformação das coordenadas do sistema A para as coordenadas do sistema B é dada pelas seguintes equações:

$$\begin{aligned} x' &= a * x + b & \text{onde } a &= \frac{R2 - L2}{R1 - L1} & b &= L2 - a * L1 \\ y' &= c * y + d & \text{onde } c &= \frac{T2 - B2}{T1 - B1} & d &= B2 - c * B1 \end{aligned} \tag{2}$$

II. Sistema de coordenadas polares no plano

Definição 3.1.1.3 (Coordenadas polares no plano)

Um ponto com coordenadas polares no plano é referenciado por um raio e um ângulo de uma linha direccionada.

Seja dado um ponto com coordenadas polares $r=35$ e $\theta=60^\circ$; a sua representação gráfica no plano é a seguinte:

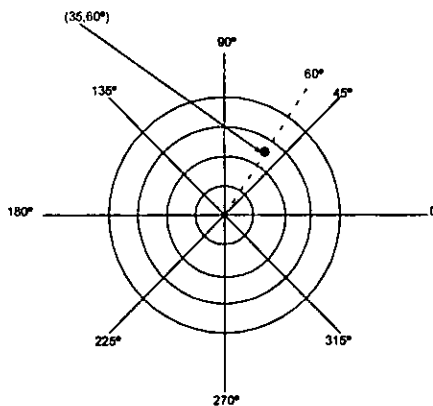


Figura 5 - (um ponto com coordenadas polares no plano)

a) Conversão de coordenadas polares para coordenadas cartesianas no plano

Seja dado o ponto (r,θ) ; a conversão deste ponto para um ponto com coordenadas cartesianas no plano é dada pelas seguintes equações:

$$x = r \cos(\theta) \tag{3}$$

$$y = r \sin(\theta)$$

Seja dado um ponto com coordenadas polares $r=35$ e $\theta=60^\circ$; a sua representação gráfica no plano é a seguinte:

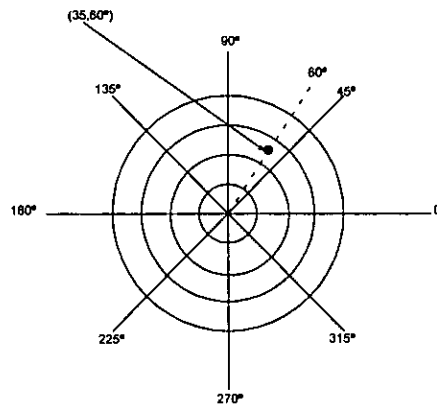


Figura 5 - (um ponto com coordenadas polares no plano)

a) Conversão de coordenadas polares para coordenadas cartesianas no plano

Seja dado o ponto (r,θ) ; a conversão deste ponto para um ponto com coordenadas cartesianas no plano é dada pelas seguintes equações:

$$\begin{aligned}x &= r \cos(\theta) \\ y &= r \sin(\theta)\end{aligned}\tag{3}$$

III. Sistema de coordenadas cartesianas no espaço tri-dimensional

Definição 3.1.1.4 (Coordenadas cartesianas no espaço tri-dimensional)

Um ponto no espaço tri-dimensional é dado pelas coordenadas (x,y,z) e representa-se da seguinte maneira:

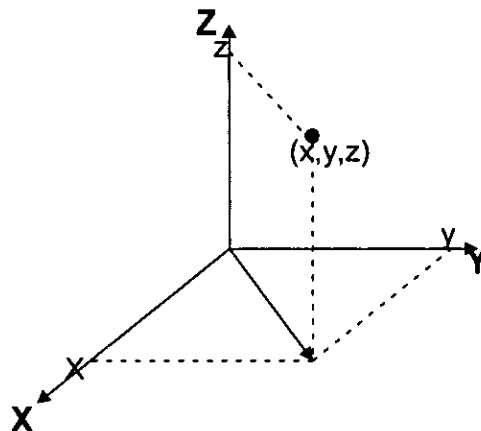


Figura 6 -(um ponto no espaço tri-dimensional)

a) Distância entre as coordenadas cartesianas no espaço tri-dimensional

A distância entre as coordenadas cartesianas (x_1, y_1, z_1) e (x_2, y_2, z_2) é dada pela fórmula:

$$d = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2 + (z_1 - z_2)^2} \quad (4)$$

IV. Sistema de coordenadas polares no espaço tri-dimensional

Definição 3.1.1.5 (Coordenadas polares no espaço tri-dimensional)

Um ponto com coordenadas polares no espaço tri-dimensional é dado pelos ângulos ϕ, θ e pelo raio r e representa-se da seguinte maneira:

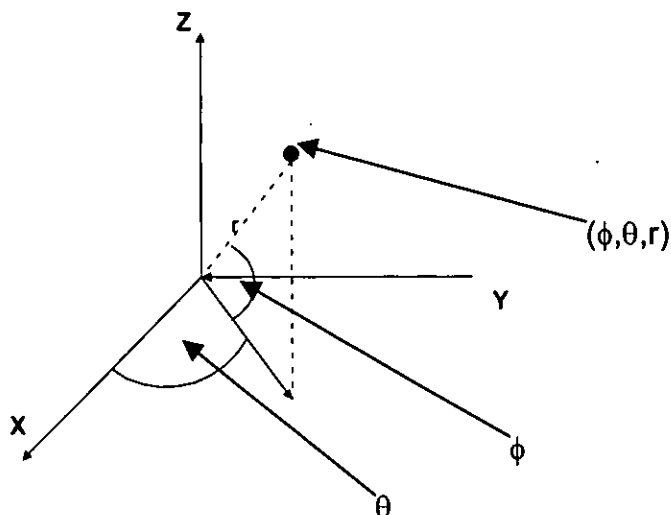


Figura 7.- (ponto com coordenadas polares no espaço tri-dimensional)

a) Conversão de coordenadas polares para coordenadas cartesianas no espaço tri-dimensional

Seja dado um ponto com coordenadas polares (ϕ, θ, r) ; a conversão para coordenadas cartesianas é dada pelas seguintes equações:

$$\begin{aligned}x &= r \cos(\phi) \cos(\theta) \\y &= r \cos(\phi) \text{sen}(\theta) \\z &= r \text{sen}(\phi)\end{aligned} \quad (5)$$

V. Sistema de coordenadas geográficas

Definição 3.1.1.6 (Coordenadas geográficas)

O sistema de coordenadas geográficas é um sistema de coordenadas esféricas composto por paralelos de latitude e meridianos de longitude. Ambos dividem a circunferência da terra em 360° os quais por sua vez são subdivididos em minutos e segundos ($1^\circ=60$ minutos; 1 minuto= 60 segundos). O facto de a terra girar em torno de um eixo imaginário entre os polos Norte e Sul permite a construção de círculos paralelos e concêntricos com linha de referência exactamente no centro Norte-Sul denominado **equador**. Os círculos à norte do equador denominam-se latitude norte e percorrem os 0° de latitude (equador) e 90° de latitude norte (polo norte) e similarmente para o sul do equador. Posições na direcção este-oeste são determinadas por linhas de longitude. Estas linhas não são paralelas e convergem nos polos. Todavia elas intersectam linhas de latitude perpendicularmente. No sistema de longitude não existe meridiano zero natural.

Em 1884, foi finalmente acordado que o meridiano de *Royal Observatory* no Greenwich Inglaterra seria o meridiano principal. Deste modo a origem do sistema de coordenadas geográficas é a intersecção entre o equador e o meridiano principal. Os valores de longitude oeste do Greenwich e os valores de latitude sul do equador são negativos.

VI. Projecções de mapas

Definição 3.1.1.7 (Projecções de mapas)

Projecção de um mapa é uma maneira através do qual a superfície esférica da terra é representada numa superfície bi-dimensional. Isto pode ser conseguido por projecção geométrica directa ou por transformações matemáticas. As projecções dos mapas podem ser classificadas em três famílias: **cilíndrica**, **cónica** e **planar** ou *azimuthal*. É inevitável que alguns erros ou distorções ocorram na transformação de uma superfície esférica para outro tipo de superfície.

Projecções de mapas requerem um ponto de referência na superfície da terra. Muitas vezes este ponto é o centro ou origem da projecção.

Exemplos de tipos de projecções de mapas são: *Universal Transversal Mercator*, *State Plane*, *Alberts Conical Equal Area*, *Lambert Conformal Conic*, *Mercator*, *Polar Stereographic*, *Universal Polar Stereographic*, etc.

VII. Universal Transverse Mercator (UTM)

Definição 3.1.1.8 (UTM)

Trata-se de um sistema internacional de coordenadas rectangulares desenvolvido pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos de América o qual se estende pelo mundo a partir dos 84 graus Norte até 80 graus Sul. O mundo é dividido em 60 zonas, cobrindo 6 graus de longitude cada. Cada zona estende-se três graus para este e três graus para oeste a partir do meridiano central. As zonas são enumeradas consecutivamente do sentido Oeste para Este a partir do meridiano 180 graus. A partir dos 84 graus Norte e 80 graus Sul para os respectivos polos usa-se o *Universal Polar Stereographic* (UPS).

A projecção *Transverse Mercator* é aplicada para cada zona UTM. *Transverse Mercator* é a forma transversal da projecção *Mercator cylindrical*.

O sistema UTM especifica o meridiano central de cada zona. Com uma projecção separada para cada zona UTM, é possível obter um maior grau de exactidão.

3.1.2. Estrutura de dados para mapas

Os dados geográficos podem ser reduzidos à três conceitos topológicos básicos: **Ponto**, **Linha** e **Área**. As **Etiquetas** são também necessárias para identificar as entidades por exemplo: uma estrada pode ser representada por uma linha constituída de coordenadas x,y e uma etiqueta identificando a estrada.

Um mapa é um conjunto de pontos, linhas e áreas que são definidos pelas localizações no espaço, com referências no sistema de coordenadas e por atributos não espaciais.

A legenda de um mapa é uma chave ligando atributos não espaciais às entidades espaciais. Cores, símbolos, sombra são usados para visualizar informação não espacial.

Dados de um mapa são armazenados no computador sob a forma de ficheiros, os quais podem ser acessíveis e inter-relacionados rapidamente.

Para ilustração é dado um mapa simples **M** constituído por três polígonos com etiquetas **I**, **II** e **III**.

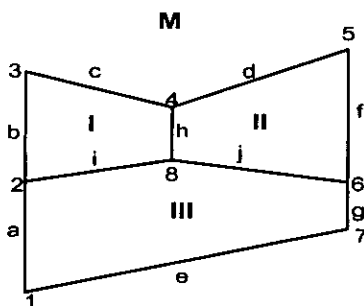


Figura 8 - (mapa M)

Há três tipos de ficheiros: **listas simples**, **ficheiros sequenciais** e **ficheiros indexados**. Uma lista simples é não estruturada e novos *items* são adicionados colocando-os no fim da lista. O acesso é muito lento. Ficheiros sequenciais são estruturados assemelhando-se a uma lista telefónica ou um dicionário. Novos *items* são adicionados por inserção no lugar apropriado da lista. Técnicas de pesquisa binária são usadas para aceder aos registos. O atributo chave neste sistema é a ortografia. Ficheiros indexados consistem de ficheiros directos e invertidos; para cada ficheiro de dados existe um ficheiro de índices que descreve a organização dos registos.

Uma base de dados consiste de dados em vários ficheiros. De modo a aceder facilmente aos dados de um ou mais ficheiros é necessário ter algum tipo de estrutura. Existem três tipos de estruturas de bases de dados: **Hierárquico**, **Rede** e **relacional**.

a) Sistemas hierárquicos tem relação pai/filho, são simples de entender, actualizar e expandir. Eles funcionam bem se a estrutura de todas as pesquisas possíveis for conhecida antes. Tem como desvantagem a necessidade de grandes ficheiros de índices, com valores de atributos repetidos muitas vezes, originando redundância de dados e aumentando os custos de armazenamento e acesso.

Tomando como exemplo o mapa M da figura 8, a estrutura de dados hierárquica é a seguinte:

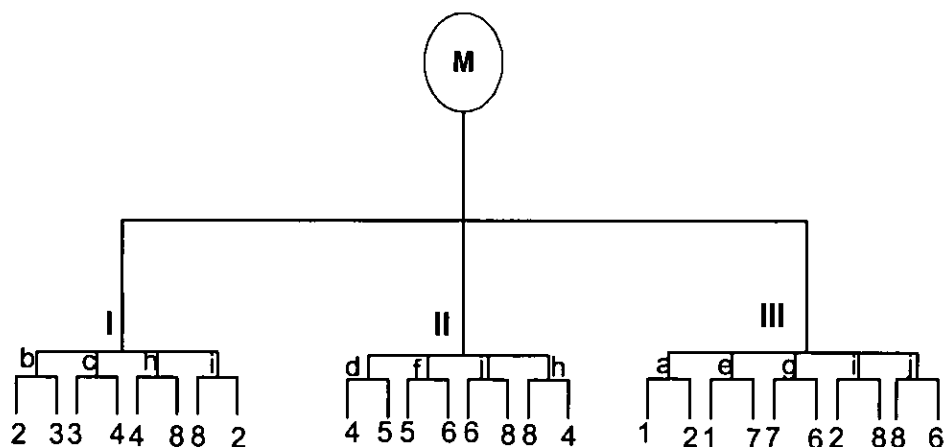


Figura 9 - (estrutura de dados hierárquica)

b) O sistema de rede permite a ligação de todos os pontos, linhas e polígonos com a base de dados. Movimentações não são restringidas a caminhos para cima e para baixo e a redundância de dados é mínima. Estruturas de ponteiros circulares são usadas para navegar à volta de entidades topológicas complexas. Estes ponteiros podem alargar substancialmente a base de dados e requerem actualização e manutenção sempre que uma mudança for feita à base de dados.

Tomando como exemplo o mapa M da figura 8, a estrutura de dados de rede é a seguinte:

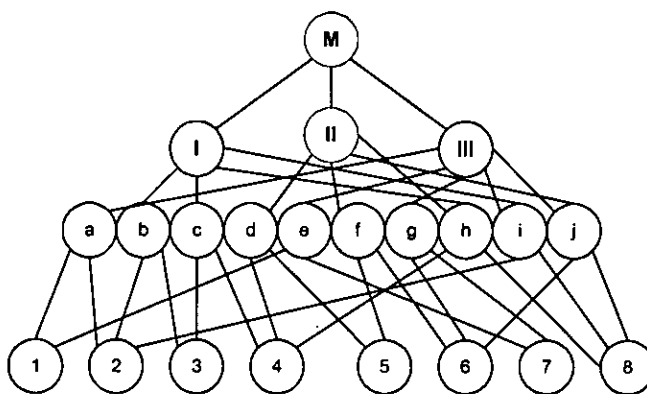


Figura 10 - (estrutura de dados de rede)

c) Sistemas relacionais não usam ponteiros nem hierarquias. Os dados são armazenados em tóplas, contendo um conjunto ordenado de valores de atributos que são agrupados conjuntamente em tabelas bi-dimensionais, conhecidas por relações. Cada relação é um ficheiro separado e códigos de identificação são usados como chaves únicas para identificar os registos em cada ficheiro. O utilizador define a relação que constitui a pesquisa. A álgebra relacional é empregue para construir novas tabelas.

Tomando como exemplo o mapa **M** da **figura 8**, a estrutura de dados relacional é a seguinte:

Mapa

M	I	II	III
----------	----------	-----------	------------

Polígono

I	b	c	h	i	
II	d	f	h	j	
III	a	e	g	i	j

Linhas

III	a	1	2
I	b	2	3
I	c	3	4
II	d	4	5
III	e	1	7
II	f	5	6
III	g	6	7
I	h	8	4
II	h	8	4
I	i	2	8
III	i	2	8
II	j	8	6
III	j	8	6

Figura 11 - (estrutura de dados relacional)

3.1.3. Representação de dados (espaciais) de mapas no computador

Existe dois tipos de modelos: os modelos **Vector** e **Raster**. Com o modelo de formato **vector** um conjunto de linhas, definidas por pontos de início e fim bem como alguma forma de conectividade, representa um objecto. No modelo **vector**, pontos, linhas e polígonos são codificados e armazenados como uma colecção de coordenadas x,y . A localização de um ponto pode ser descrito como simples coordenadas x,y . Objectos lineares, tais como ruas e rios podem ser representados como uma colecção de coordenadas. Polígonos podem ser representados como um ciclo fechado de coordenadas. O modelo **vector** é extremamente útil para a descrição de objectos discretos, mas menos útil para a descrição de objectos com variação contínua tais como tipo de solo. O modelo **raster** é usado para objectos com variação contínua. Uma imagem **raster** compreende uma colecção de células de uma rede. Com o modelo de formato **raster** um conjunto de pontos sobre uma rede representa um objecto e associa-se a este um código comum (símbolo ou cor) para cada célula.

3.1.4. Erros na produção de mapas

A exactidão é pertinente para a qualidade de dados. O nível de exactidão requerido varia de aplicação para aplicação. Dados com maior exactidão são difíceis e caros de produzir e compilar.

Precisão refere-se ao nível de medição das descrições na base de dados. Dados espaciais podem tomar como medida fracção de uma unidade. A Informação mais precisa de um atributo pode especificar características detalhadas de um objecto. O nível de precisão requerido varia de aplicação para aplicação. Projectos de engenharia tais como estradas e construção de utilitários requerem informação muito precisa. Dados com maior precisão são difíceis e caros de colectar.

Exactidão e precisão são uma função de escala no qual o mapa (papel ou digital) foi criado. Isto significa que quando se observa um ponto no mapa tem-se a sua provável localização dentro de uma certa área.

Métodos de formatação de informação digital para transmissão, armazenamento e processamento podem introduzir erros nos dados. Conversão de escala, projecção, mudança do formato raster

para o formato vector, e a medida de resolução dos pincéis são exemplos de possíveis áreas para erros de formatação.

A acessibilidade dos dados não é igual. O que é aberto e disponível num país pode ser restrito, classificado, ou pode não se obter noutra. Restrições militares, concorrência entre agências, direito à privacidade, e factores económicos podem restringir a disponibilidade dos dados ou o nível de exactidão nos dados.

Erros de processamento são muito difíceis de detectar e requerem conhecimento da informação e dos sistemas usados para o processamento. São erros subtis que ocorrem de diversas maneiras, portanto potencialmente mais insidiosos, particularmente porque podem ocorrer em muitos conjuntos de dados a ser manipulados.

Computadores podem não ter as mesmas capacidades para realizar operações matemáticas complexas e podem produzir resultados significativamente diferentes para o mesmo problema.

A contração involuntária dos músculos de um operador pode resultar em erros (erros fisiológicos). Erros associados com mapas fontes danificados, erros do operador durante a digitalização e vício podem ser verificados por comparação dos mapas originais com versões digitalizadas.

3.1.5. Sistema de Informação Geográfica (GIS)

É um sistema de informação destinado à produção de mapas geográficos e à análise das coisas existentes e eventos que acontecem na terra. A tecnologia GIS integra operações de bases de dados tais como pesquisas e análise estatística. O GIS pode ser usado pelo público e pelas instituições para prever acontecimentos e para a planificação. Problemas tais como desflorestamento, desastres naturais, melhor solo, melhor rota, etc. podem ser analisados usando o GIS. O GIS possibilita a criação de mapas, integração de informação, visualização de cenários e a solução de problemas complicados. GIS é usado por individuais, escolas, governo e outras entidades para resolver seus problemas.

Os componentes do GIS são **hardware, software, dados, pessoas e métodos.**

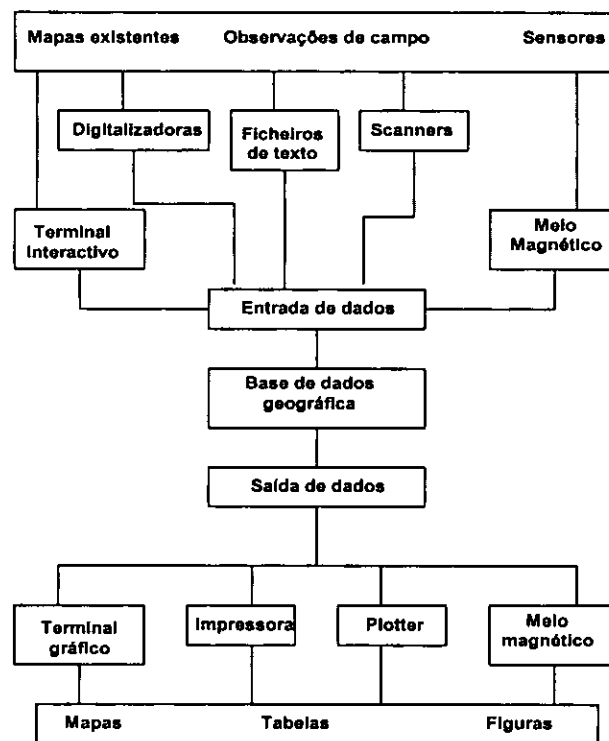


Figura 12 - (componentes do GIS)

- **Hardware** - Computador no qual o GIS opera.
- **Software** - ferramentas para a introdução e manipulação de informação geográfica, Sistema de gestão de bases de dados, software que suporta pesquisas geográficas, análise e visualização, **Graphical User Interface** para fácil acesso às ferramentas.
- **Dados** - os dados podem ser colectados *in-house* ou a partir de um provedor de dados.
- **Pessoas** - quem manipula o sistema e desenvolve os planos para aplicar num problema real, especialistas que desenham e fazem a manutenção do sistema e pessoas que usam este sistema para ajudar a realizar o seu dia a dia.
- **Métodos** - Uma operação bem sucedida do GIS acontece com um plano e regras de gestão bem desenhados, os quais são modelos e práticas específicas de cada organização.

O GIS armazena a informação geográfica como uma colecção de camadas temáticas que podem ser ligadas geograficamente entre elas (por exemplo: transportes, construção, Agropecuária, etc.)

A informação geográfica contém referências geográficas explícitas tais como latitude e longitude ou uma rede nacional de coordenadas, ou referências implícitas tais como endereço, código postal, nome da rua, etc.

O GIS funciona com os modelos **Vector** e **Raster**.

Os dados antes de serem usados no GIS, são convertidos para um formato digital compactível. O processo de conversão dos dados de mapas de papel para ficheiros de computador é chamado **digitalização**.

Tecnologias modernas de GIS podem automatizar completamente o processo de digitalização usando técnicas de *scanning*.

Em alguns casos os dados tem que ser transformados ou manipulados de modo a serem compatíveis com o sistema. A transformação pode ser temporária para propósitos de visualização ou permanente para análises.

Para projectos pequenos pode ser suficiente armazenar informação geográfica em ficheiros simples. Todavia, quando o volume de dados se torna maior e o número de utilizadores se torna maior, é melhor usar um sistema de gestão de bases de dados.

A integração dos dados das diferentes camadas é um processo chamado *overlay*.

Para muitos tipos de operações geográficas o resultado final é melhor visualizado como um mapa ou gráfico.

Com o GIS pode-se realizar pesquisas geográficas e análises; pode-se melhorar a integração organizacional.

O GIS estimula o melhoramento da gestão das organizações e dos recursos. Através da criação de uma base de dados partilhada um departamento pode beneficiar do trabalho do outro. Os dados podem ser colectados uma vez e usados várias vezes.

Com o **GIS** pode-se tomar melhores decisões. Melhor informação é condição primordial para a tomada de melhores decisões.

Mapas ocupam um lugar especial no **GIS**. O processo de produção de mapas com o **GIS** é mais flexível que o tradicional método manual ou cartografia automatizada. A produção de mapas começa com a criação da base de dados. Mapas de papel existentes podem ser digitalizadas e a informação digitalizada já existente pode ser transladada para o **GIS**.

3.2. Sistema de mapas geográficos de Moçambique (SMGM)

O **SMGM** visa a produção de mapas geográficos de Moçambique. Este sistema compreende a digitalização de dados geográficos, elaboração e visualização de mapas, e pode ser usado por pessoas singulares, escolas, governo, e outras instituições.

O **SMGM** produz mapas digitais retratando a divisão administrativa, transportes, população, turismo, Indústria, florestas, pescas e geologia.

Os mapas estão organizados de uma forma temática (transportes, população, turismo, Indústria, florestas, pescas e geologia).

O mapa usado como base para a produção de mapas digitais foi elaborado na escala 1:4000000, o que significa que 1cm no mapa é igual a 40Km no terreno.

Durante o processo de digitalização podem ocorrer erros por contração involuntária dos músculos, erros associados ao mapa base e erros do operador durante a digitalização. A verificação destes erros foi feita comparando os mapas originais com as versões digitalizadas.

Durante o processamento podem ocorrer erros em arredondamentos de operações e são sujeitos à limites inerentes à manipulação de números pelo processador. Também podem ocorrer falhas dos processadores. Estes erros são muito difíceis de detectar e requerem conhecimento de informação e dos sistemas usados para o processamento.

O **SMGM** funciona com o modelo **Vector** e usa ficheiros simples para armazenar os dados.

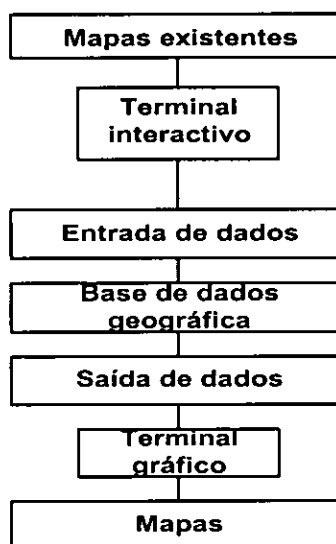


Figura 13 - (componentes do SMGM)

Os dados estão estruturados de forma a permitir a sua actualização sempre que for necessário.

Os mapas produzidos tem uma clara apresentação, e o *interface* com o utilizador é gráfico e fácil de operar.

3.2.1. Obtenção dos dados para a produção de mapas

Neste sistema os dados contém referências explícitas, coordenadas x,y (coordenadas cartesianas no plano) e atributos não espaciais tais como nome da província, nome da estrada, nome do porto, nome do aeroporto, etc.

Os dados foram obtidos junto dos provedores sob a forma de documentos em papel. A digitalização destes dados obedeceu ao seguinte procedimento:

I. Obtenção de dados para o desenho da fronteira do país

- Enquadrar o mapa em papel num sistema de coordenadas cartesianas no plano.
- Retirar as coordenadas necessárias para o desenho da fronteira do país. Retira-se as coordenadas correspondentes aos pontos extremos (vértices necessários de modo a manter a forma da linha da fronteira).

Para a fronteira do país desenhou-se um sistema de coordenadas cartesianas sobre o mapa em papel e obteve-se os seguintes dados:

164							
x	y	x	y	x	y	x	y
111	33	42	145	114	345	244	99
110	38	45	149	120	340	244	95
108	44	62	155	127	330	241	97
107	46	68	155	128	323	239	78
105	48	65	162	125	325	240	64
106	51	70	169	125	321	238	66
104	53	68	188	126	322	237	62
107	57	71	195	127	310	239	63
107	62	66	200	130	303	241	60
106	64	68	204	128	301	239	55
107	68	62	207	128	284	235	56
107	75	64	211	127	287	235	54
110	79	68	210	126	283	238	54
133	105	66	220	125	290	238	29
133	114	67	227	123	290	236	31
131	118	72	232	122	275	234	26
132	124	67	236	119	265	238	26
132	138	67	241	117	254	240	20
127	142	58	250	109	245	239	18
123	141	59	255	109	230	241	15
120	144	58	260	107	227	239	13
119	150	59	264	115	225	241	12
117	153	35	294	141	204	241	11
120	155	42	312	145	204	237	08
120	164	51	335	145	200	210	24
115	164	54	355	162	179	207	22
116	158	54	376	185	166	200	24
100	143	57	379	206	159	193	29
100	140	57	385	222	149	185	25
98	135	59	393	220	146	177	24
100	125	59	397	222	144	176	30
104	110	75	397	222	148	169	33
98	100	75	379	241	120	165	31

82	105	73	384	240	118	155	31
73	91	69	378	244	113	150	35
5	117	65	377	240	113	140	35
10	131	69	376	246	110	136	30
10	140	71	369	246	101	134	30
24	141	76	364	243	101	132	28
28	140	85	357	241	104	125	32
32	143	105	350	241	99	111	33

Tabela 1 - (coordenadas da fronteira do país)

O primeiro valor (o valor 164) indica a quantidade de coordenadas.

II. Obtenção de dados para o desenho da fronteira da província

- Retirar as coordenadas necessárias para o desenho da fronteira da província. Retira-se as coordenadas correspondentes aos pontos extremos (vértices necessários de modo a manter a forma da linha da fronteira). Para províncias costeiras ou que fazem fronteira com outros países, as coordenadas correspondentes à parte costeira ou à parte da fronteira com outros países devem coincidir com as coordenadas da fronteira do país nessa parte. Por outro lado, as coordenadas das fronteiras comuns entre as províncias devem coincidir.

Como exemplo, ilustra-se as coordenadas da fronteira da província do Niassa

49

x	y	x	y
111	33	192	92
110	38	182	75
108	44	186	72
107	46	187	69
105	48	184	69
106	51	181	65
104	53	184	54
107	57	186	50
107	62	191	41
106	64	191	34
107	68	193	29
107	75	185	25
110	79	177	24
133	105	176	30
133	114	169	33
131	118	165	31

132 124	155 31
143 124	150 35
142 122	140 35
150 117	136 30
153 113	134 30
160 105	132 28
167 102	125 32
179 94	111 33
181 96	

Tabela 2 - (coordenadas da fronteira da província do Niassa)

Observação: as coordenadas que estão destacadas coincidem com as destacadas para o desenho da fronteira do país. Estas coordenadas correspondem a parte oeste da fronteira da província do Niassa que é também parte da fronteira do país.

III. Obtenção de dados para o desenho de objectos que se representam sob a forma de uma linha

- Para recursos que se representam sob a forma duma linha deve se retirar as coordenadas de modo a manter a forma da linha (retira-se as coordenadas dos pontos que correspondem aos vértices).

Como exemplo, se ilustra o conjunto de coordenadas usadas para o desenho das estradas da província de Maputo:

5

7 0
68 375
66 375
61 377
60 378
56 378
55 376
50 376
4 0
66 375
61 371
55 368
50 365

3 0
58 378
58 375
55 368
7 0
68 375
66 372
68 370
68 365
70 363
70 355
75 353
4 0
70 360
68 357
69 355
65 354

Tabela 3 - (Rede de estradas da província de Maputo)

O primeiro valor indica a quantidade de estradas (neste caso significa que temos 5 estradas), o primeiro número na segunda linha indica a quantidade de coordenadas para a primeira estrada (neste caso 7 coordenadas) e o segundo número indica o estado da estrada (concluída ou em construção); o valor 0 indica que está concluída e o valor 1 indica que está em construção; as 7 linhas que se seguem indicam as coordenadas (x,y) da primeira estrada; depois segue novamente o valor que indica o número de coordenadas para a segunda estrada, o estado da segunda estrada (isto na mesma linha) e nas 4 linhas seguintes seguem as coordenadas da segunda estrada ; e assim sucessivamente até à última estrada.

IV. Obtenção de dados para objectos que se representam sob a forma de um símbolo

- Para recursos que se representam sob a forma de um símbolo deve-se retirar as coordenadas correspondentes à localização do ponto no qual deve-se colocar o símbolo.

Como exemplo, se ilustra o conjunto de coordenadas que indicam a localização das sedes distritais da província de Nampula:

20

x	y	Pos	Sede distrital
208	155	1	Moma
224	142	1	Angoche
213	132	1	Nametil
234	128	1	Mongicual
200	125	1	Murupula
211	117	1	Nampula
241	118	1	I. Moçambique
241	112	2	Mossuril
235	111	3	Monapo
225	115	3	Meconta
220	110	4	Muecate
205	113	2	Rapale
204	105	3	Mecuburi
191	111	3	Ribauè
169	112	1	Malema
245	105	2	Nacala
240	104	3	Nacala Velha
225	100	3	Nacaroa
239	94	1	Memba
228	86	1	Namapa

Tabela 4 - (Sedes Distritais da província de Nampula)

O primeiro valor indica a quantidade das sedes distritais de Nampula. Os valores da segunda coluna (**Pos**) são usados para determinar o posicionamento do nome da sede do distrito em relação ao respectivo símbolo (por cima, por baixo, do lado esquerdo ou do lado direito).

3.2.2. Descrição dos processos

3.2.2.1. Diagramas de fluxos de dados (DFD's)

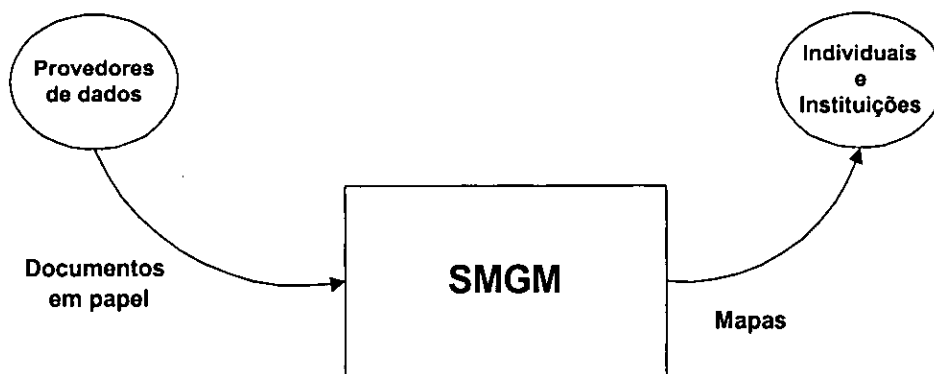


Figura 14 - (Diagrama de fluxo de dados do 1º nível)

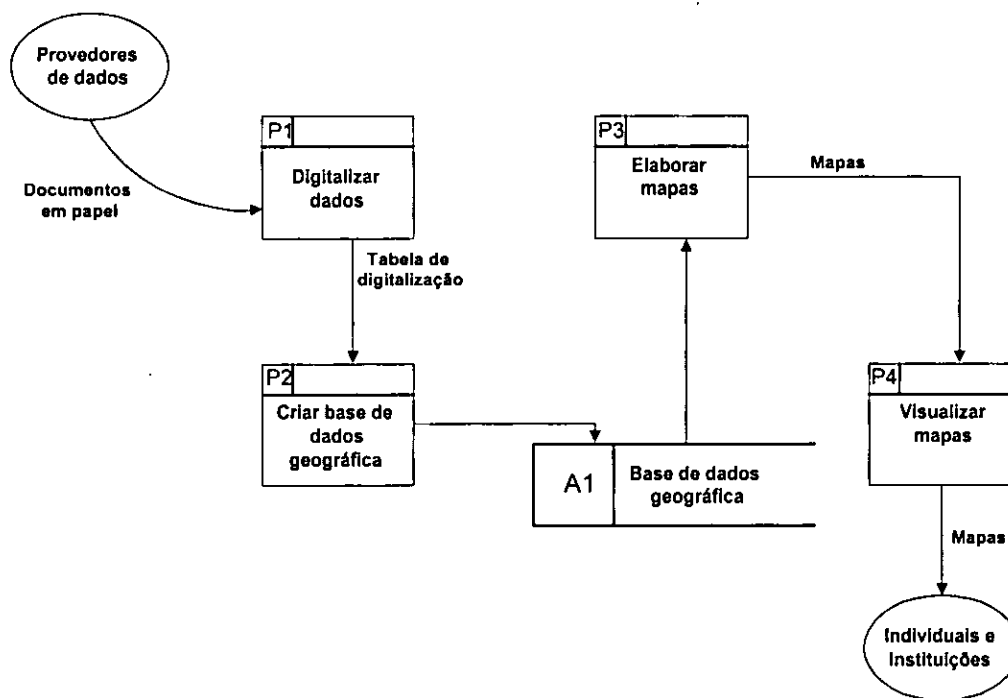


Figura 15 - (Diagrama de fluxo de dados de 2º nível)

3.2.2.2. Dicionário de dados

I. Processos

Nome: <u>Digitalizar dados</u>
Nº: 1
Descrição: com base nos documentos em papel existentes produz-se a tabela de digitalização. Trata-se de um processo totalmente manual.

Nome: <u>Criar base de dados geográfica</u>
Nº: 2
Descrição: com base na tabela de digitalização cria-se a base de dados geográfica

Nome: <u>Elaborar mapas</u>
Nº: 3
Descrição: com base na informação contida na base de dados geográfica elaboram-se mapas geográficos.

Nome: <u>Visualizar mapas</u>
Nº: 4
Descrição: permite a visualização dos mapas elaborados.

II. Fluxos de dados

Nome: <u>Documentos em papel</u>
Aliases: Nenhum
Composição: { mapas em papel+brochuras }
Notas:

Nome: <u>Tabela de digitalização</u>
Aliases: Nenhum
Composição: {atributos do objecto+coordenadas do objecto}
Notas:

Nome: <u>Mapas</u>
Aliases: Nenhum
Composição: {mapa digital+legenda+gráficos}
Notas:

III. Arquivos

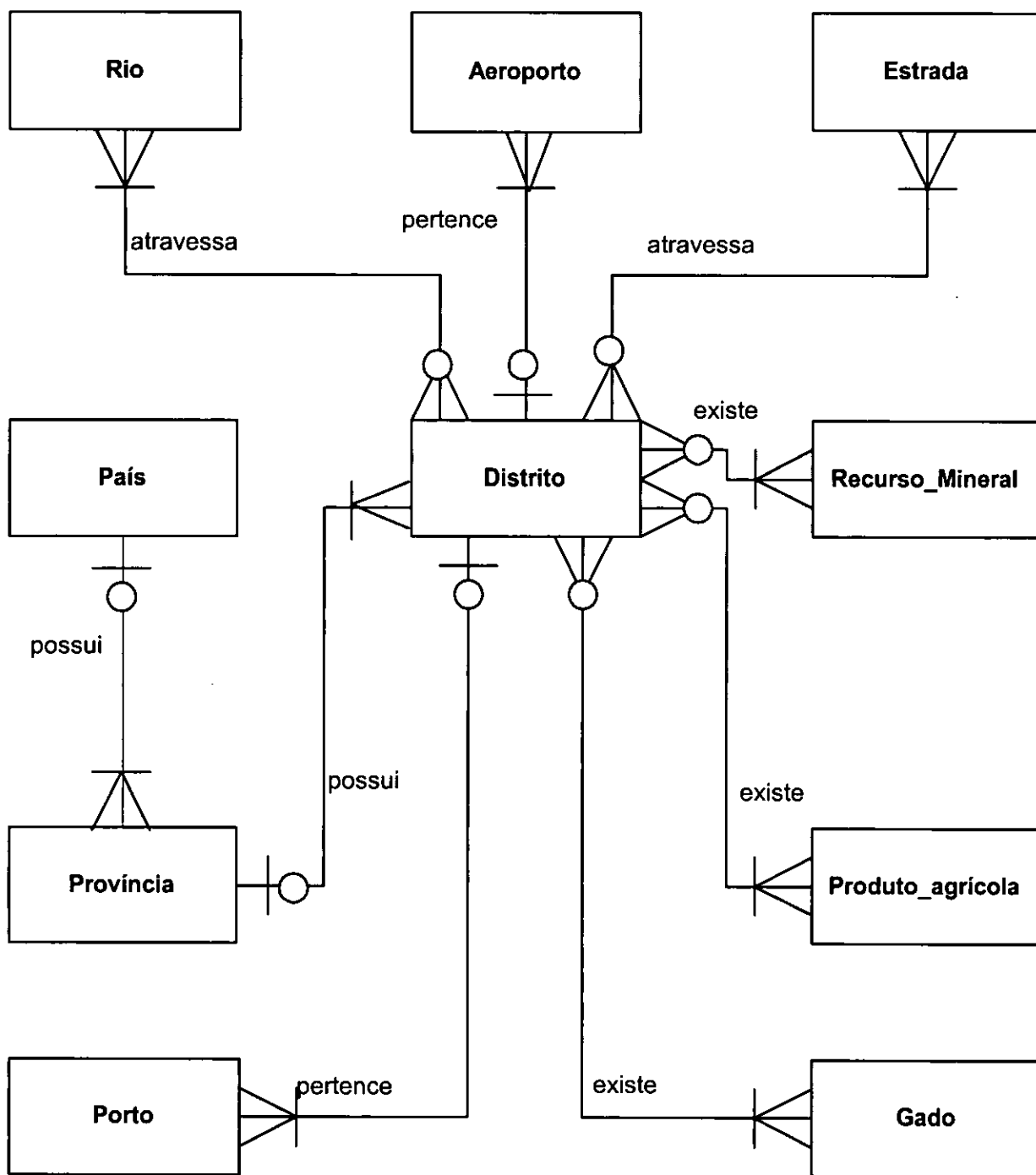
Nome: <u>Base de dados geográfica</u>
Aliases: Nenhum
Composição: {país+províncias+distritos+transportes+parques+reservas+florestas+praias+jazigos+indústria+pescas+população}
Notas:

3.2.3. Modelo conceptual de dados

3.2.3.1. Descrição das entidades

- **país**(nome_país, extensão, zona_localização, coordenadas);
- **Província**(nome_provincia, extensão, zona_localização, coordenadas);
- **Distrito**(nome_distrito, sede_distrital, estatuto, localização);
- **Estrada**(cod_estrada, extensão, estado, coordenadas);
- **Linha férrea**(cod_linha, extensão, estado, coordenadas);
- **Rio**(nome_rio, caudal_médio, coordenadas);
- **Porto**(nome_porto, classificação, localização);
- **Aeroporto**(nome_aeroporto, classificação, localização);
- **Gado**(tipo_gado, localização);
- **Produto agrícola**(nome_produto, localização);
- **Recurso mineral**(nome_recurso_mineral, localização);
- **Praia**(nome_praia, localização);
- **Parque**(nome_parque, classificação, localização);
- **Reserva**(nome_reserva, tipo, localização);
- **Instalação pesqueira**(nome_instalação, classificação, localização);
- **População**(num_habitantes, densidade, num_homens, num_mulheres);
- **Recurso pesqueiro**(nome_recurso, classificação, localização);
- **Indústria**(tipo_indústria, classificação, localização)

3.2.3.2 Diagrama Entidade-Associação (DEA)



Continuação do DEA

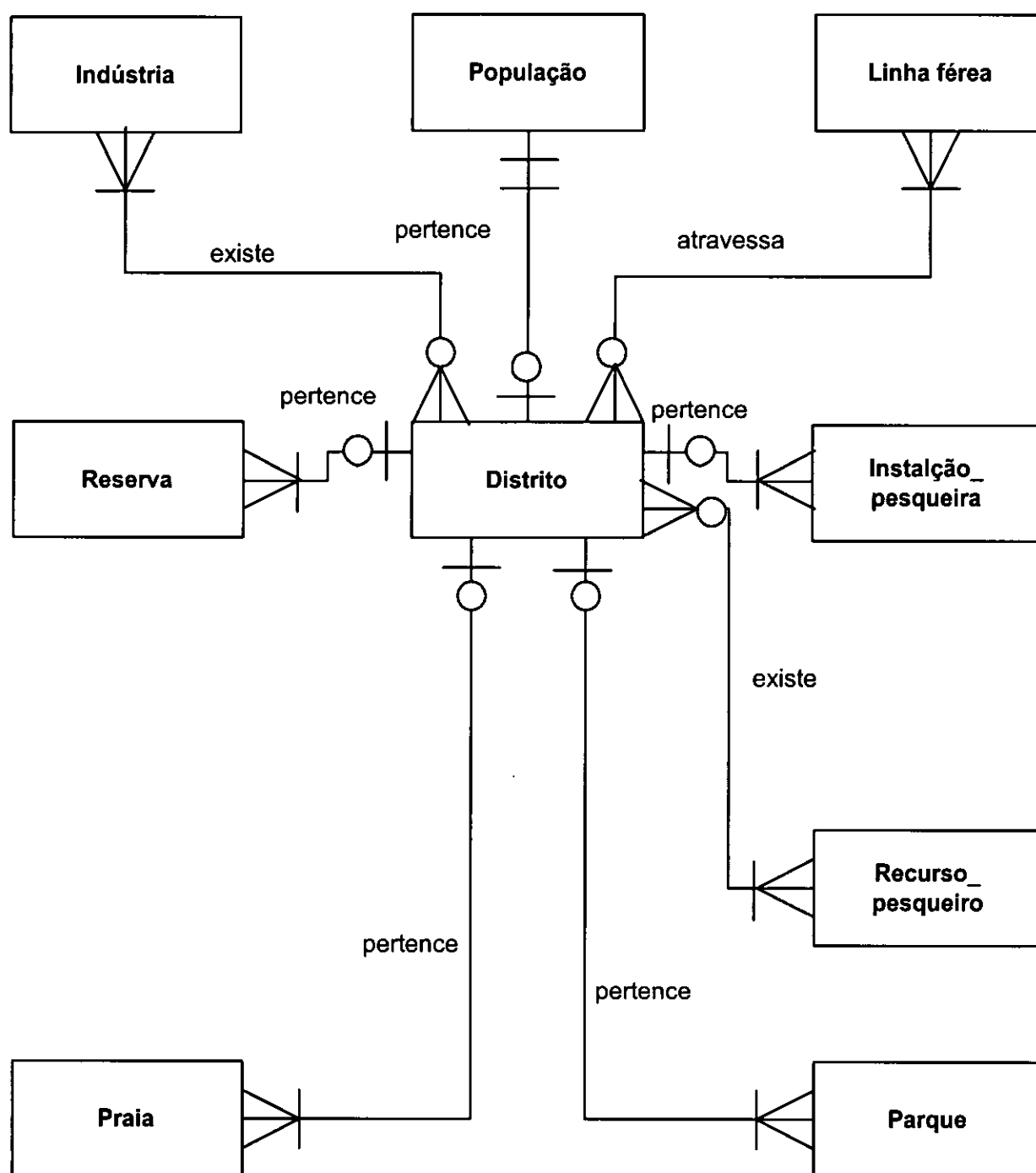


Figura 16 - (DEA)

3.2.3.3. Esquema relacional

- país(nome_país, extensão, zona_localização);
- Coordenadas_país(coordenada_X, coordenada_Y, nome_país);
- Província(nome_província, extensão, zona_localização, nome_país);
- Coordenadas_província(coordenada_X, coordenada_Y, nome_província);
- Distrito(nome_distrito, sede_distrital, estatuto, nome_província);
- Estrada(cod_estrada, extensão, estado);
- Linha_férea(cod_linha, extensão, estado);
- Coordenadas_estrada(coordenada_X, coordenada_Y, cod_estrada);
- Coordenadas_linha_férea(coordenada_X, coordenada_Y, cod_linha);
- Distrito_estrada(nome_distrito, cod_estrada);
- Distrito_linha_férea(nome_distrito, cod_linha);
- Rio(nome_rio, caudal_medio);
- Coordenadas_rio(coordenada_X, coordenada_Y, nome_rio);
- Distrito_Rio(nome_distrito, nome_rio);
- Porto(nome_porto, classificação, nome_distrito);
- Aeroporto(nome_aeroporto, classificação, nome_distrito);
- Distrito_Gado(nome_distrito, tipo_gado, total_efectivos);
- Distrito_Produto(nome_distrito, nome_produto, área_cultivo);
- Distrito_Recurso_mineral(nome_distrito, nome_recurso_mineral, classificação, exploração);
- Localização_porto(coordenada_X, coordenada_Y, nome_porto);
- Localização_aeroporto(coordenada_X, coordenada_Y, nome_aeroporto);
- Localização_gado(coordenada_X, coordenada_Y, tipo_gado);
- Localização_produto_agricola(coordenada_X, coordenada_Y, nome_produto);
- Localização_recurso_mineral(coordenada_X, coordenada_Y, nome_recurso);
- Parque(nome_parque, classificação, nome_distrito);
- Reserva(nome_reserva, tipo, nome_distrito);
- Instalação_pesqueira(nome_instalação, classificação, nome_distrito);
- Recurso_pesqueiro(nome_recurso_pesqueiro, classificação);
- Localização_parque(coordenada_X, coordenada_Y, nome_parque);
- Localização_reserva(coordenada_X, coordenada_Y, nome_reserva);
- Localização_distrito(coordenada_X, coordenada_Y, nome_distrito);

- **Localização_instalação**(coordenada_X, coordenada_Y, nome_instalação);
- **Distrito_Recurso_pesqueiro**(nome_distrito, nome_recurso_pesqueiro, produção_pesqueira);
- **Localização_recurso_pesqueiro**(coordenada_X, coordenada_Y, nome_recurso_pesqueiro);
- **Indústria**(tipo_indústria, classificação);
- **Indústria_Distrito**(tipo_indústria, nome_distrito, produção);
- **Localização_indústria**(coordenada_X, coordenada_Y, tipo_indústria);

3.2.3.4. Domínio dos atributos

Tabela	Atributo	Tipo
*	Coordenada_X	<i>Integer</i>
*	Coordenada_Y	<i>Integer</i>
País	Nome_país	<i>Char</i>
País	Extensão	<i>Real</i> (em Km ²)
País	Zona_localização	<i>Char</i> ("Austral de África")
Província	Nome_província	<i>Char</i>
Província	Extensão	<i>Real</i> (em Km ²)
Província	Zona_localização	<i>Char</i> ("Norte", "Centro" e "Sul")
Distrito	Nome_distrito	<i>Char</i>
Distrito	Sede_distrital	<i>Char</i>
Distrito	Estatuto	<i>Char</i> ("capital do país", "capital da província" e "simples")
Estrada	Cod_estrada	<i>Char</i> (ex.: "N1", "N2", "N3", etc.)
Estrada	Extensão	<i>Real</i> (em Km)
Estrada	Estado	<i>Char</i> ("em construção" e "concluída")
Linha férea	Cod_linha	<i>Char</i> (ex.: "L1", "L2", "L3", etc.)
Linha férea	Extensão	<i>Real</i> (em Km)
Linha férea	Estado	<i>Char</i> ("em construção" e "concluída")
Rio	Nome_rio	<i>Char</i>
Rio	Caudal_médio	<i>Real</i> (em m ³ /seg)
Porto	Nome_porto	<i>Char</i>
Porto	Classificação	<i>Char</i> ("Regional", "Influência Local" e "Fluvial")
Aeroporto	Nome_aeroporto	<i>Char</i>
Aeroporto	Classificação	<i>Char</i> ("Internacional", "aeródromo principal" e "aeródromo secundário")
Gado	Tipo_gado	<i>Char</i> (ex.: "bovino", "caprino", "suino", etc)
Distrito_Gado	Total_efectivos	<i>Integer</i>

Produto agrícola	Nome produto	Char
Distrito Produto	Área cultivo	Char (Hectares)
Recurso Mineral	Nome recurso	Char
Distrito_Recurso_mineral	Classificação	Char ("jazigo" e "ocorrência mineral")
Distrito_Recurso_mineral	Exploração	Boolean
Parque	Nome parque	Char
Parque	Classificação	Char ("Nacional" e "Não Nacional")
Reserva	Nome reserva	Char
Reserva	Tipo	Char ("caça", "florestal" e "integral")
Instalação Pesqueira	Nome instalação	Char
Instalação Pesqueira	Classificação	Char ("centro principal", "combinado pesqueiro", "posto de apoio e compra" e "empresa industrial")
Recurso_pesqueiro	Nome_recurso_Pesqueiro	Char
Recurso_pesqueiro	Classificação	Char ("peixe", "camarão" e "outros")
Distrito_Recurso_pesqueiro	Produção_Pesqueira	Real (em Toneladas)
Indústria	Tipo_indústria	Char (ex.: "bebidas", "alimentar", "calçado", etc.)
Indústria	Classificação	Char (ex.: "transformadora" e "extractiva")
Indústria	Produção	Money (em meticais)

Tabela 5 - (Domínio dos atributos)

Observação: o * significa qualquer tabela que contenha o atributo em causa.

3.2.4. Algoritmo para a produção de mapas

3.2.4.1. Desenho da fronteira do país/província

- I. Procedimento que guarda as coordenadas que compõem a fronteira em variáveis *array a* e *b* do tipo *integer*:
- 1) Abrir o ficheiro *f* que contém as coordenadas que compõem a fronteira.
 - 2) Fixar a quantidade de pontos (coordenadas) que compõem a fronteira numa variável *nc* do tipo *integer*;
 - 3) Inicializar o contador *I* com o valor *1*;
 - 4) Enquanto $I \leq nc$ realizar o seguinte:
 - Ler no ficheiro *f* as coordenadas *x* e *y*.
 - Guardar as coordenadas *x* e *y* nas variáveis *array a* e *b* do tipo *integer* respectivamente.
 - Incrementar o contador *I* uma unidade ($I := I + 1$).
 - 5) Fechar o ficheiro *f*.
 - 6) Fim do procedimento.
- II. Procedimento que faz a transformação das coordenadas universais para as coordenadas do *screen*.
- 1) Definir as seguintes variáveis:
 - R1 valor máximo da coordenada X no sistema de coordenadas universais
 - L1 valor mínimo da coordenada X no sistema de coordenadas universais
 - R2 valor máximo da coordenada X no sistema de coordenadas do *screen*
 - L2 valor mínimo da coordenada X no sistema de coordenadas do *screen*
 - T1 valor máximo da coordenada Y no sistema de coordenadas universais
 - B1 valor mínimo da coordenada Y no sistema de coordenadas universais
 - T2 valor máximo da coordenada Y no sistema de coordenadas do *screen*
 - B2 valor mínimo da coordenada Y no sistema de coordenadas do *screen*
 - b deslocamento para a direita/esquerda no eixo dos X's.
 - d deslocamento para cima/baixo no eixo dos Y's.
 - a é uma variável do tipo *real*

- c é uma variável do tipo *real*
- definir o contador I do tipo *integer*;
- 2) Inicializar as variáveis $R1, R2, L1, L2, T1, T2, B1$ e $B2$ com os valores correspondentes nos sistemas de coordenadas universais e do *screen*.
- 3) Calcular o valor de a com a fórmula $a=(R2-L2)/(R1-L1)$.
- 4) Calcular o valor de c com a fórmula $c=(T2-B2)/(T1-B1)$.
- 5) Calcular os valores de b e d com as seguintes fórmulas respectivamente:
 $b=L2-a*L1$ e $d=B2-c*B1$.
- 6) Inicializar o contador I com o valor I .
- 7) Enquanto $I \leq nc$ realizar o seguinte:
 - $X' := a*x + b$ {transformação da coordenada x }
 - $Y' := c*y + d$ {transformação da coordenada y }
 - Incrementar o contador I uma unidade ($I := I + 1$).
- 8) Fim do procedimento.

III. Procedimento que faz o desenho da fronteira país/província

Uma vez as coordenadas x e y lidas, convertidas e guardadas em variáveis a e b do tipo *array* pode se iniciar o desenho do mapa.

Observação: já que a fronteira do país/província é um polígono fechado os valores das coordenadas do início são iguais aos valores das coordenadas do fim (ou seja o ponto do início da curva da fronteira é igual ao ponto do fim da curva).

- 1) Inicializar o contador I com o valor I .
- 2) Posicionar o cursor nas coordenadas correspondentes ao ponto do início ($a[1], b[1]$).
- 3) Enquanto $I \leq nc$ realizar o seguinte:
 - Incrementar o contador I uma unidade ($I := I + 1$).
 - Desenhar uma linha a partir do ponto em que está posicionado o cursor até ao ponto ($a[I], b[I]$) (note que o cursor assume a nova posição dada por $a[I]$ e $b[I]$).
- 4) Fim do procedimento.

3.2.4.2. Desenho dos recursos que se representam sob a forma de uma linha por exemplos, estradas, linhas aéreas etc.

Para o desenho deste tipo de recursos usam-se os procedimentos acima descritos. A diferença reside nos dados (coordenadas) já que para este caso trata-se de uma linha aberta (o ponto de início não é igual ao ponto do fim).

3.2.4.3. Recursos que se representam sob a forma de um símbolo por exemplo portos, aeroportos praias, etc.

Neste caso o ficheiro *f* contém para além das coordenadas as etiquetas por exemplo nome do porto, nome da praia, nome do aeroporto, etc.

I. Procedimento que cria o símbolo que representa um dado recurso:

1) Criar o símbolo

II. Procedimento que lê os dados a partir do ficheiro *f* e guarda em variáveis *a*, *b* e *s* onde *a* e *b* são variáveis array do tipo integer e cujos valores são as coordenadas *x* e *y* respectivamente, e *s* é uma variável array do tipo *string* e cujo valor é uma etiqueta:

1) Abrir o ficheiro *f*.

2) Inicializar o contador *I* com o valor *1*.

3) Fixar a quantidade de coordenadas (ou seja de pontos) numa variável *nc* do tipo *integer*.

4) Enquanto $I \leq nc$ realizar o seguinte:

➤ Ler a partir do ficheiro *f* as coordenadas *x* e *y* e a respectiva etiqueta e guardar nas variáveis *a*, *b* e *s* respectivamente.

➤ Incrementar o contador *I* uma unidade ($I := I + 1$).

5) Fechar o ficheiro *f*

6) Fim do procedimento

- III. Procedimento que transforma as coordenadas universais guardadas nas variáveis a e b para as coordenadas do *screen*:

A transformação das coordenadas universais para coordenadas do *screen* é dada pelo procedimento de transformação descrito no **ponto 3.2.4.1.,II.**

- IV. Procedimento que coloca os símbolos correspondentes à distribuição de um dado recurso no mapa:

- 1) **Inicializar o contador I com o valor 1 .**
- 2) **Enquanto $I \leq nc$ realizar o seguinte:**
 - **Posicionar o cursor no ponto $(a[I], b[I])$.**
 - **Visualizar na posição do cursor o símbolo que representa o recurso, usando para o efeito o procedimento "criar símbolo".**
- 3) **Colocar a etiqueta $s[I]$ ao lado do símbolo.**
- 4) **Incrementar o contador I uma unidade ($I := I + 1$);**
- 5) **Fim do procedimento**

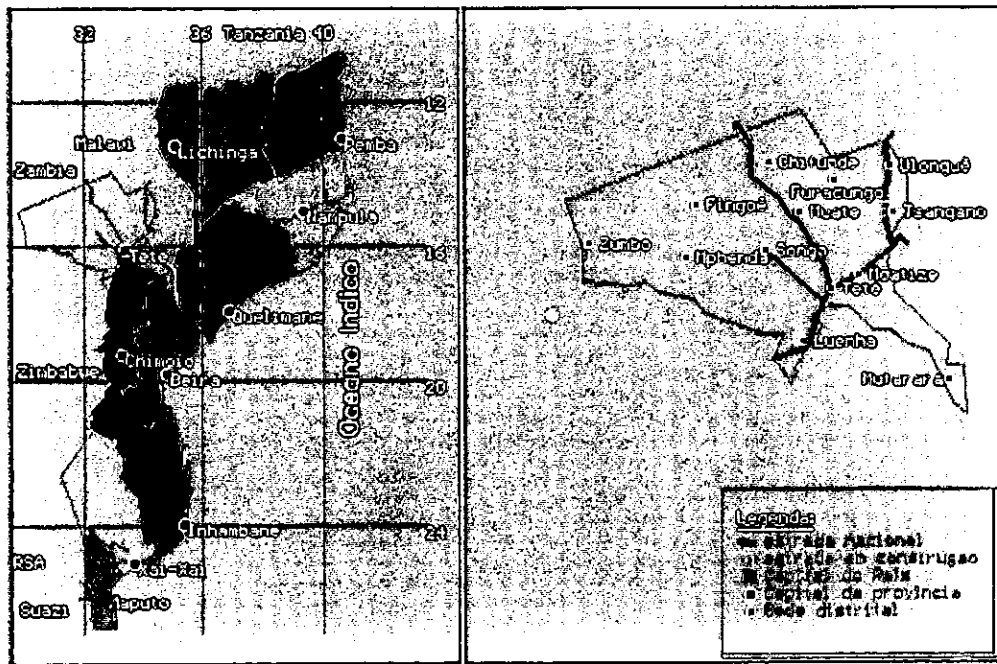
3.2.5. Outputs da aplicação

A aplicação oferece um *interface* gráfico fácil de manipular. Através do *mouse* ou usando a tecla **ALT+<letra sublinhada>** o utilizador pode aceder ao menu e seleccionar o mapa que pretende visualizar.

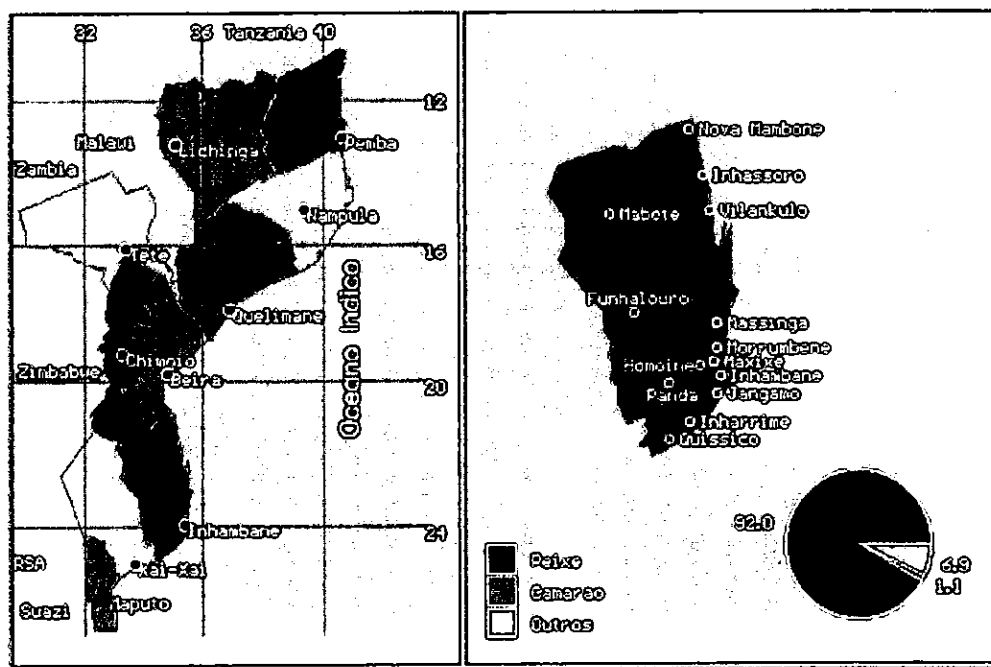


Figura 17 - (Menu)

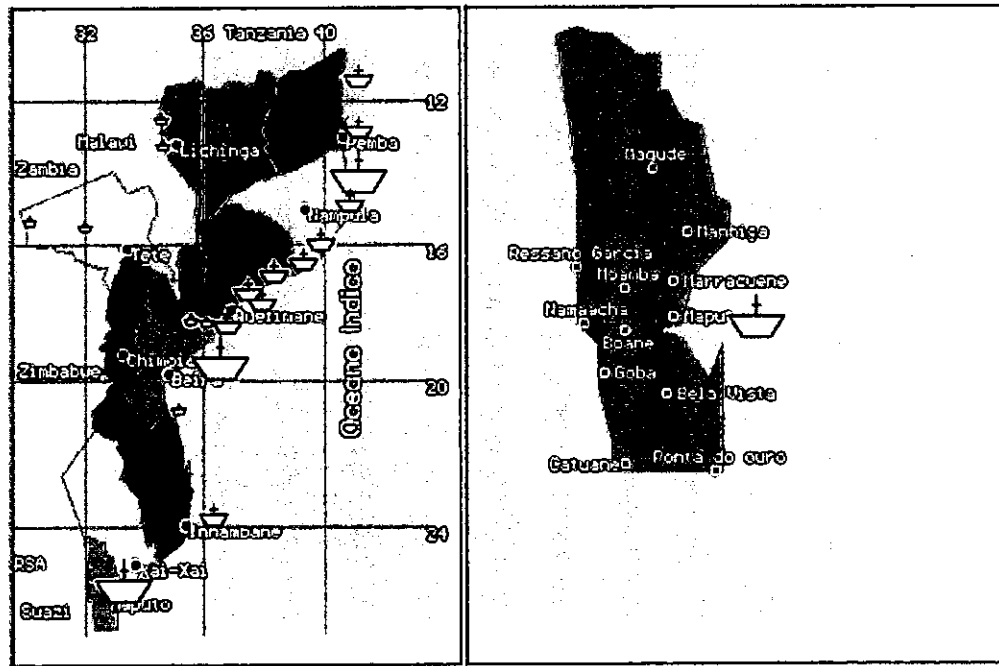
Permite visualizar a distribuição dos recursos geográficos em relação ao país e em relação a uma determinada província.



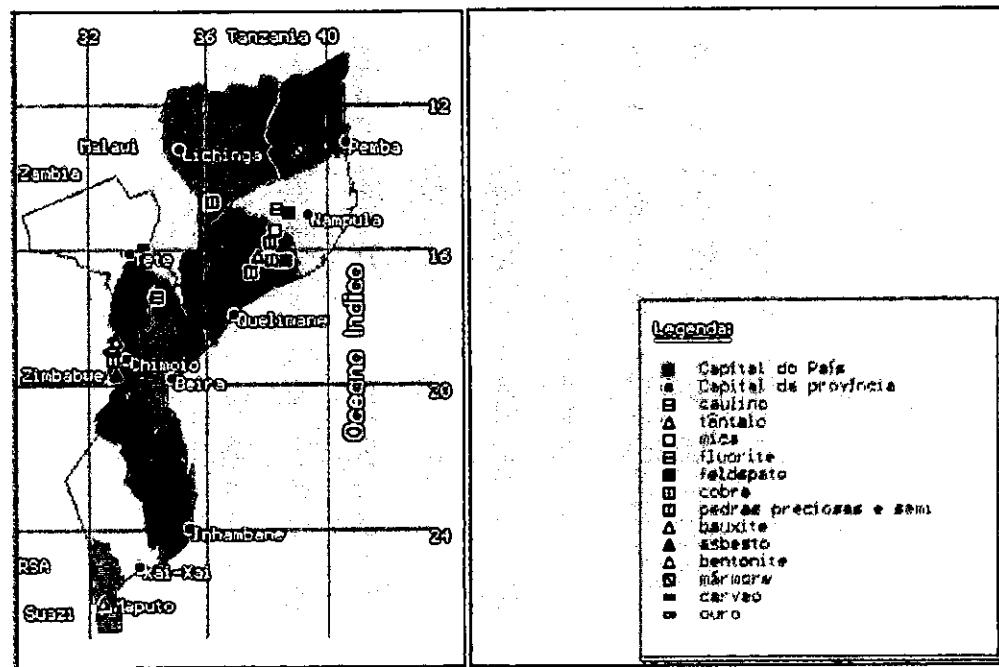
Mapa 1 - (Estradas principais)



Mapa 4 - (Pesca artesanal)



Mapa 2 - (Portos)



Mapa 3 - (Indústria extractiva)

CAPÍTULO IV

4. Discussão

Devido a factores adversos nem todos os dados usados são recentes, portanto depara-se com o problema da idade dos dados. Mas sempre que os dados recentes forem aparecendo pode-se editar facilmente os ficheiros de dados.

Este sistema permite disponibilizar mapas geográficos no computador. Assemelha-se a um atlas geográfico, mas leva vantagens sobre este pois a actualização dos dados é rápida e relativamente fácil e para além de que acareta menos custos e os mapas são digitais. O utilizador tem a possibilidade de seleccionar o tipo de mapa que quer visualizar. É uma forma nova de disponibilização de informação no nosso país. Instituições e pessoas singulares podem usar esta aplicação no lugar do atlas geográfico em papel. Uma vez tendo esta aplicação, o utilizador só precisará de actualizar os ficheiros de dados sempre que dados novos forem a aparecer. O desenho do mapa é feito automaticamente pela aplicação em função dos dados armazenados nos ficheiros. Os mapas produzidos tem uma clara apresentação e o *interface* com o utilizador é gráfico e fácil de operar.

CAPÍTULO V

5. Conclusões e recomendações

Neste trabalho faz-se a produção de mapas retratando a divisão administrativa, transportes, população, turismo, Indústria, florestas, pescas e geologia.

O interface gráfico oferecido por esta aplicação permite ao utilizador visualizar facilmente o mapa pretendido dentro dos temas disponibilizados.

O **SMGM** corre no ambiente MS-DOS, e usa ficheiros simples para o armazenamento dos dados.

Para o melhoramento deste trabalho recomenda-se o seguinte:

- a) Que se faça a conversão deste programa para uma linguagem de 32 bits por exemplo, o **Delphi**.
- b) Que se desenvolva um módulo de impressão para permitir a impressão dos mapas no papel.
- c) Que se desenvolva um módulo para a actualização dos dados.
- d) Que se aumente o número dos temas tratados e que se produza também mapas topográficos.
- e) Que se crie uma base de dados ao invés de se usar ficheiros simples.
- f) Que se prepare a aplicação de modo a funcionar num ambiente de rede de computadores.

CAPÍTULO VI

6. Referências bibliográficas

- 1) Antenucci, J.C., Brown, K., Croswell, P.L., Kevany, M. and Archer, H. 1991. Geographic Information Systems: a guide to the technology. Chapman and Hall. New York.
- 2) Burrough, P.A. 1990. Principles of Geographical Information Systems for Land Resource Assessment. Clarendon Press. Oxford.
- 3) Koeln, G.T., Cowardin, L.M., and Strong, L.L. 1994. "Geographic Information Systems". P.540 in T.A. Bookhout ed. Research and Management Techniques for Wildlife and Habitat. The Wildlife Society. Bethesda.
- 4) Muehrcke, P.C. 1986. Map Use: Reading, Analysis, and Interpretation. 2d Ed. JP Publications, Madison.
- 5) Sample, V.A. (Ed). 1994. Remote Sensing and GIS in Ecosystem Management. Island Press. Washington, D.C.
- 6) Star, J. and Estes, J.1990 Geographic Information Systems: an Introduction. Prentice Hall. Englewood Cliffs.
- 7) Tufte, E.R. 1990. Envisioning Information. Graphics Press, Cheshire, Conn.
- 8) Roy A. Plastock, Gordon Kalley,(1991). Computação Gráfica, Portugal.
- 9) Keith Weiskamp, Loren Heiny, Namir Shammas, (1989). Power graphics using Turbo Pascal, U.S.A.
- 10) Leendert Ammeraal, (1992). Programming Principles in Computer Graphics, England.
- 11) Nell Dale, Chip Weems, (1991). Pascal, Mexico.
- 12) William J. Collins, (1988). Programação Estruturada com estudo de casos em pascal, algoritmos estruturados, Brazil.
- 13) Vasco Cardoso, (1994). Fundamentos do Turbo Pascal 6 e 7, Lisboa.
- 14) G. Longworth, (1985). Padrões em programação, Métodos e Procedimentos, Brazil.
- 15) Michael-Alexander Beiseker und Peter Brickwed, (1990). Turbo Pascal power tools, Düsseldorf.
- 16) M^a Dolores Alonso, Silvia Rumeu, (1994). Metodologia de la programacion: Algoritmos sobre ficheros y tablas, Tablas de decision, Madrid.
- 17) Ben Ezzell, (1989). Graphics Programming in Turbo C 2.0, U.S.A.
- 18) Listas Telefónicas de Moçambique, (1999). Carta de Maputo, Maputo.
- 19) Roberto Jarry Richardson, 1989. Métodos e técnicas, São Paulo.
- 20) Wanda do Amaral, 1995. Guia para Apresentação de Teses, Dissertações, Trabalhos de graduação, Biblioteca da UEM, Maputo.
- 21) Ministério de Educação, República Popular de Moçambique, Esselte Map Service AB, Estocolmo, 1986. Atlas Geográfico, Volume 1, revista e actualizada, Maputo.

CAPÍTULO VII

7. Anexos

7.1 Programa computacional

O programa computacional está dividido em unidades (*Units*) que são as seguintes:

- 1) **Unit Var_dec:** agrupa as declarações dos tipos e das variáveis;
- 2) **Unit Mapa:** agrupa procedimentos e funções responsáveis pela criação dos mapas;
- 3) **Unit Simbolos:** agrupa procedimentos responsáveis pela criação dos símbolos que representam objectos nos mapas;
- 4) **Unit Legendas:** agrupa procedimentos responsáveis pela criação das legendas;
- 5) **Unit Graficos:** agrupa procedimentos responsáveis pela criação dos gráficos;
- 6) **Unit Fundo_pr:** agrupa procedimentos responsáveis pela criação do fundo;
- 7) **Unit Menu:** agrupa procedimentos e funções responsáveis pela criação do menu;
- 8) **Unit Fmouse:** agrupa procedimentos e funções responsáveis pelo funcionamento do mouse.
- 9) **Unit ctrlarea:** agrupa procedimentos e funções responsáveis pelo controle das áreas de visualização dos mapas.
- 10) **Unit geocod:** agrupa procedimentos responsáveis por mostrar a descrição de um dado objecto.

I. Unidade responsável pela definição das variáveis

A seguir ilustra-se a parte de *interface* da unidade **var_dec**

```
Unit var_dec;
```

```
Interface
```

```
Uses crt,graph;
```

```
type
```

```
  escolha=array[1..10] of string;
```

```
  cadeia=array[1..10] of integer;
```

```
intervalo=1..100;
acelerador=array[1..10] of string;
array_cores=array[1..10] of word;
nome_ficheiro=string[15];
coordenadas=array[1..200] of integer;

var
    titulo,opcao:escolha;
    numero_titulos,num:integer;
    x,y,x1,y1,x2,y2:integer;
    nc,np,maximo,mx,my,xm,ym:integer;
    posicao,posicao1:cadeia;
    area,area0,area1,area2,area3,
    area4,area5,area6,area7:pointer;
    size,size0,size1,size2,size3,
    size4,size5:word;
    retornar:boolean;
    ch:char;
    opcao_selecionada:intervalo;
    letra:acelerador;
    terminar:boolean;
    abrir_pop_up:boolean;
    opcao_titulo:intervalo;
    maximo_titulos:integer;
    GDriver,Gmode:integer;
    fixou:boolean;

    cor_prov:array_cores;
    entrou:boolean;
    e,g,c,d,a,b,h,v:coordenadas;
    mulniX,mulniY:array[1..10] of integer;
    distX,distY:array[1..30] of integer;
    cidades:array[1..10] of string;
    distrito:array[1..30] of string;
```



```
lado:array[1..30] of integer;  
nd,nu,nuf,i:integer;  
f:text;  
fich:nome_ficheiro;  
cor:word;  
points:array[1..200] of pointType;  
saiu:boolean;
```

```
coordx,coordy:coordenadas;  
dens:array[1..15] of real;  
local:array[1..15] of string;  
npop:integer;
```

```
Implementation  
end.
```

II. Unidade responsável pela criação do fundo

A seguir ilustra-se a parte do *interface* da unidade **fundo_pr**

Unit fundo_pr;

Interface

```
uses crt,graph,var_dec,mapa;
```

```
procedure botao(x,y:integer);  
procedure mensagem(x,y:integer;texto:string);  
procedure area_visualizacao(x1,y1,x2,y2:integer;fill:word;fundo:word);  
procedure segunda_area_visualizacao(x1,y1,x2,y2:integer;fill:word;fundo:word);  
procedure fundo_direito;  
procedure about;  
procedure help;  
procedure fundo;
```

III. Unidade responsável pela criação do Menu

A seguir ilustra-se a parte do *interface* da unidade **Menu**

Unit menu;

Interface

Uses var_dec,crt,graph,fmouse;

procedure fixar_area(x,y,z,w:integer;var area:pointer;var size:word);

procedure sublinha(x,y,posicao:integer;texto:string);

procedure

pop_up(x,y:integer;opcao:escolha,num_opcoes:integer;posicao:cadeia;letras:acelerador;

var opcao_seleccionada:intervalo);

procedure fundo_titulos(x1,y1,x2,y2:integer);

procedure preencher_titulos(x,y:integer;titulo:escolha;posicao:cadeia;numero_titulos:integer);

procedure destacar_titulo(x,y:integer;texto:string;posicao:integer);

function titulo_executar(x0,y0,x,y,numero_titulos:integer;

titulo:escolha):integer;

IV. Unidade responsável pela criação dos símbolos

A seguir ilustra-se a parte do *interface* da unidade **simbolos**

Unit simbolos;

Interface

Uses crt,graph,fmouse,var_dec;

procedure simbolo_cidade(x,y,raio:integer);

procedure simbolo_capital_pais(x,y:integer);

procedure aviao_1(x,y:integer);

procedure aviao_2(x,y:integer);

procedure aviao_3(x,y:integer);

procedure barco_1(x,y:integer);

procedure barco_2(x,y:integer);

procedure barco_3(x,y:integer);

procedure parque(x_1,y_1:integer);

```
procedure reserva(x_1,y_1:integer);
procedure praia(x_1,y_1:integer);
procedure ouro(x,y:integer);
procedure marmore(x,y:integer);
procedure mica(x,y:integer);
procedure rectangulo_ouro_carvao(x,y:integer;fundo:word);
procedure rectangulo_1_vertical(x,y:integer;fundo:word);
procedure rectangulo_1_horizontal(x,y:integer;fundo:word);
procedure rectangulo(x,y:integer;fundo:word);
procedure rectangulo_slash(x,y:integer;fundo:word);
procedure rectangulo_back_slash(x,y:integer;fundo:word);
procedure rectangulo_X(x,y:integer;fundo:word);
procedure rectangulo_ponto(x,y:integer;fundo:word);
procedure triangulo(x,y:integer;fundo:word);
procedure triangulo_1_vertical(x,y:integer;fundo:word);
procedure triangulo_ponto(x,y:integer;fundo:word);
procedure extra_marmore(x,y:integer);
procedure circulo_com_ponto(x,y:integer;fundo:word);
procedure circulo(x,y:integer;fundo:word);
procedure circulo_1_vertical(x,y:integer;fundo:word);
procedure circulo_1_horizontal(x,y:integer;fundo:word);
procedure circulo_back_slash(x,y:integer;fundo:word);
procedure circulo_slash(x,y:integer;fundo:word);
procedure reserva_florestal(x,y:integer);
procedure reserva_integral(x,y:integer);
procedure centro(x,y:integer;fundo:word);
```

V. Unidade responsável pela criação dos mapas

A seguir ilustra-se a parte do *interface* da unidade **Mapa**

Unit mapa;

Interface

Uses crt,graph,fmouse,var_dec,simbolos;

```
type
  nome=array[1..100] of string;
var tipo:array[1..20] of integer;
  x_1,y_1,j:integer;
  h,v:coordenadas;
  sl:nome;

procedure vizinhos;
procedure converte(var x,y:integer);
function FileExists(var filename:nome_ficheiro; var f:text):boolean;
Procedure Lerdados(var a,b:coordenadas;var nu:integer;fich:nome_ficheiro);
procedure visualizacao(x1,y1,x2,y2:integer; var a,b:coordenadas; var nu:integer);
procedure andarpara(x,y:integer);
Procedure RiscarPara(x,y:integer);
procedure desenharmapa;
Procedure Lermunicipal;
Procedure Lerdistritos(s:string);
Procedure Municipal(x,y:integer;cidade:string;size:byte);
Procedure sede_distrito(x,y:integer;lado:integer;sede:string);
Procedure Desenharsededistrital;
Procedure DesenharCidademunicipal;
procedure preencher_area;
procedure cores_provincias;
procedure cores_provincias_fundo;
procedure provincias(cor:array_cores);
procedure fronteira_pais_provincias;
procedure mapa_fundo;
procedure ler_linha(var a,b:coordenadas;nc:integer);
procedure converter_dados_linha(multx,multy:real;adx,ady,
nc:integer;var a,b:coordenadas);
procedure desenhar_linha(a,b:coordenadas;nc:integer;cor:word);
procedure visualizar_linha(multx,multy:real;adx,ady,
nc:integer;s:string;cor:word);
procedure visualizar2_linha(multx,multy:real;adx,ady,
```

```
nc:integer;s:string;cor:word);  
Procedure Desenharperto(s:string);  
Procedure Desenharaeroporto(s:string);  
Procedure Desenhar_parque_reserva(s:string);  
Procedure Desenhar_praia(s:string);  
Procedure Desenhar_jazigos(s:string);  
Procedure Desenhar_ocorrencias(s:string);  
Procedure Desenhar_rochas(s:string);  
Procedure Desenhar_marmore(s:string);  
Procedure Desenhar_i_extra(s:string);  
Procedure Desenhar_i_trans(s:string);  
Procedure Desenhar_r_florestal(s:string);  
Procedure Desenhar_r_integral(s:string);  
Procedure Desenhar_centro(s:string);  
procedure visualizar_portos(multx,multy,adx,ady:  
integer;s:string);
```

VI. Unidade responsável pela criação das legendas

A seguir ilustra-se a parte de *interface* da unidade **Legendas**

Unit legendas;

Interface

```
uses crt,graph,fmouse,var_dec,simbolos;  
procedure Legenda_estradas(x,y:integer);  
procedure Legenda_estradas_1(x,y:integer);  
procedure Legenda_lferea(x,y:integer);  
procedure Legenda_lfereal(x,y:integer);  
procedure Legenda_aeroportos(x,y:integer);  
procedure Legenda_portos(x,y:integer);  
procedure Legenda_i_extractiva(x,y:integer);  
procedure Legenda_i_transformadora(x,y:integer);  
procedure Legenda_r_florestal(x,y:integer);  
procedure Legenda_r_integral(x,y:integer);
```

```
procedure Legenda_centro_producao(x,y:integer);  
procedure Legenda_parque_reserva(x,y:integer);  
procedure Legenda_praia(x,y:integer);  
procedure Legenda_jazigos(x,y:integer);  
procedure Legenda_ocorrencias(x,y:integer);  
procedure Legenda_rochas(x,y:integer);
```

VII. Unidade responsável pela criação dos gráficos

A seguir ilustra-se a parte de interface da unidade **Graficos**

Unit graficos;

Interface

```
uses crt,graph,var_dec;
```

Const

```
    startpercentage:real=0.0;
```

```
    keyx:integer=315;
```

```
    keyy:integer=280;
```

```
    FFill:integer=1;
```

```
    Fcolor:integer=0;
```

var

```
    percentagevalues:array[1..15] of real;
```

```
    Labels:array[1..15] of string;
```

```
    numvalues:integer;
```

```
    Title:string[12];
```

```
    aspectratio:real;
```

```
    i,xp,yp,radius,color,fill:integer;
```

```
    XAsp,YAsp:word;
```

```
function ToRadians(d:integer):real;
```

```
function RealToStr(n:real;width,decimals:integer):string;
```

```
procedure ShowKey(color,Fill:integer;TheLabel:string);
```

```
procedure Pieceofpie(xp, yp, radius:integer;showpercentage:real;  
color,fill:integer;TheLabel:string);
```

```
procedure NextColorAndFill(var color:integer; var fill:integer);  
procedure grafico_circular(s,s1:string;k1,k2,xp1,yp1:integer);
```

VIII. Unidade responsável por mostrar a descrição de um dado objecto

A seguir ilustra-se a parte de interface da unidade **Geocod**

Unit geocod;

Interface

```
uses crt,graph,fmouse,  
    var_dec,mapa,menu,fundo_pr,legendas,graficos;  
type nomes=array[1..20] of string[30];  
var nam:nomes;
```

```
procedure geoaerportos(x0,y0:integer);
```

```
procedure geoportos(x0,y0:integer);
```

IX. Unidade responsável pelo controle das áreas de visualização dos mapas

A seguir ilustra-se a parte do *interface* da unidade **Ctrlarea**

Unit ctrlarea;

Interface

```
uses crt,graph,fmouse,  
    var_dec,mapa,menu,fundo_pr,legendas,graficos,geocod;
```

```
function sair_area_populacao(x,y:integer):boolean;
```

```
function sair_area(x,y:integer):boolean;
```

```
function sair_area_aerportos(x,y:integer):boolean;
```

```
function sair_area_portos(x,y:integer):boolean;
```

```
function sair_area_0(x,y:integer):boolean;  
function sair_area_feroviaria(x,y:integer):boolean;  
function sair_area_pescas(x,y:integer):boolean;  
function sair_area_i_extractiva(x,y:integer):boolean;  
function sair_area_i_transformadora(x,y:integer):boolean;  
function sair_area_r_florestal(x,y:integer):boolean;  
function sair_area_r_integral(x,y:integer):boolean;  
function sair_area_centro_producao(x,y:integer):boolean;  
function sair_area_parque_reserva(x,y:integer):boolean;  
function sair_area_praia(x,y:integer):boolean;  
function sair_area_jazigos(x,y:integer):boolean;  
function sair_area_ocorrencias(x,y:integer):boolean;  
function sair_area_rochas(x,y:integer):boolean;
```

X. Parte principal do programa

A seguir ilustra-se a parte principal do programa. É nesta parte que se executa todas as unidades acima descritas.

Program mapas_geograficos;

Uses crt, graph, fmouse, var_dec, mapa, menu, fundo_pr, legendas, graficos, ctrlarea;

{desenha estradas no mapa do país}

```
procedure rede_estradas;  
begin  
    visualizar_linha(200/250,340/400,40,90,nc,'emp.dat',red);  
    visualizar_linha(200/250,340/400,40,90,nc,'egz.dat',red);  
    visualizar_linha(200/250,340/400,40,90,nc,'eib.dat',red);  
    visualizar_linha(200/250,340/400,40,90,nc,'esf.dat',red);  
    visualizar_linha(200/250,340/400,40,90,nc,'emn.dat',red);  
    visualizar_linha(200/250,340/400,40,90,nc,'ett.dat',red);  
    visualizar_linha(200/250,340/400,40,90,nc,'ezb.dat',red);  
    visualizar_linha(200/250,340/400,40,90,nc,'enp.dat',red);  
    visualizar_linha(200/250,340/400,40,90,nc,'ecd.dat',red);
```



```
visualizar_linha(200/250,340/400,40,90,nc,'ena.dat',red);  
end;
```

{desenha a rede ferroviária no mapa do país}

```
procedure rede_feroviaria;  
begin  
  visualizar_linha(200/250,340/400,40,90,nc,'rfmp.dat',yellow);  
  visualizar_linha(200/250,340/400,40,90,nc,'rfgz.dat',yellow);  
  visualizar_linha(200/250,340/400,40,90,nc,'rfib.dat',yellow);  
  visualizar_linha(200/250,340/400,40,90,nc,'rfsf.dat',yellow);  
  visualizar_linha(200/250,340/400,40,90,nc,'rfmn.dat',yellow);  
  visualizar_linha(200/250,340/400,40,90,nc,'rftt.dat',yellow);  
  visualizar_linha(200/250,340/400,40,90,nc,'rfzb.dat',yellow);  
  visualizar_linha(200/250,340/400,40,90,nc,'rfnp.dat',yellow);  
  visualizar_linha(200/250,340/400,40,90,nc,'rfcd.dat',yellow);  
  visualizar_linha(200/250,340/400,40,90,nc,'rfna.dat',yellow);  
end;
```

{ cria a rede de estradas }

```
procedure smgm_estrada;  
var xm,ym:integer;  
begin  
  fronteira_pais_provincias;  
  rede_estradas;  
  lermunicipal;  
  desenharcidademunicipal;  
  vizinhos;  
end;
```

{cria a rede ferroviária}

```
procedure smgm_linha_ferea;  
var xm,ym:integer;  
begin  
  fronteira_pais_provincias;
```

```
rede_feroviaria;  
lermunicipal;  
desenharcidademunicipal;  
vizinhos;  
end;
```

{mostra a localização dos portos}

```
procedure smgm_porto;  
var xm,ym:integer;  
begin  
  fronteira_pais_provincias;  
  lermunicipal;  
  desenharcidademunicipal;  
  vizinhos;  
  desenharperto('porto_mp.dat');  
  desenharperto('porto_ib.dat');  
  desenharperto('porto_sf.dat');  
  desenharperto('porto_tt.dat');  
  desenharperto('porto_zb.dat');  
  desenharperto('porto_np.dat');  
  desenharperto('porto_cd.dat');  
  desenharperto('porto_na.dat');  
end;
```

{mostra as rotas aéreas}

```
procedure rotas_aereas;  
var auxx,auxy:real;  
  f:text;  
  i:integer;  
  a,b,c,d,n:integer;  
begin  
  assign(f,'rotas.dat');  
  reset(f);  
  auxx:=200/250;
```

```
auxy:=340/400;
readln(f,n);
setlinestyle(0,0,thickwidth);
for i:=1 to n do
begin
  readln(f,a,b,c,d);
  line(round(a*auxx)+40,round(b*auxy)+90,round(c*auxx)+40,
  round(d*auxy)+90);
end;
close(f);
setlinestyle(0,0,0);
end;
```

{mostra a localização dos aeroportos e aeródromos}

```
procedure smgm_aeroporto;
var xm,ym:integer;
begin
  fronteira_pais_provincias;
  lermunicipal;
  desenharcidademunicipal;
  vizinhos;
  setcolor(red);
  rotas_aereas;
  desenharaeroporto('aer_mp.dat');
  desenharaeroporto('aer_ib.dat');
  desenharaeroporto('aer_sf.dat');
  desenharaeroporto('aer_tt.dat');
  desenharaeroporto('aer_zb.dat');
  desenharaeroporto('aer_np.dat');
  desenharaeroporto('aer_cd.dat');
  desenharaeroporto('aer_na.dat');
end;
```

{mostra a localização dos parques e reservas}

```
procedure smgm_parque_reserva;  
var xm,ym:integer;  
begin  
    fronteira_pais_provincias;  
    lermunicipal;  
    desenharcidademunicipal;  
    vizinhos;  
    desenhar_parque_reserva('parques.dat');  
end;
```

{mostra a localização das praias}

```
procedure smgm_praia;  
var xm,ym:integer;  
begin  
    fronteira_pais_provincias;  
    lermunicipal;  
    desenharcidademunicipal;  
    vizinhos;  
    desenhar_praia('pr_mp.dat');  
    desenhar_praia('pr_gz.dat');  
    desenhar_praia('pr_ib.dat');  
    desenhar_praia('pr_np.dat');  
    desenhar_praia('pr_cd.dat');  
end;
```

{mostra a localização dos jazigos}

```
procedure smgm_jazigos;  
var xm,ym:integer;  
begin  
    fronteira_pais_provincias;  
    lermunicipal;  
    desenharcidademunicipal;  
    vizinhos;  
    desenhar_jazigos('jz_mp.dat');
```

```
desenhar_jazigos('jz_gz.dat');  
desenhar_jazigos('jz_ib.dat');  
desenhar_jazigos('jz_sf.dat');  
desenhar_jazigos('jz_mn.dat');  
desenhar_jazigos('jz_tt.dat');  
desenhar_jazigos('jz_zb.dat');  
desenhar_jazigos('jz_np.dat');  
desenhar_jazigos('jz_cd.dat');  
desenhar_jazigos('jz_na.dat');  
end;
```

{mostra a distribuição das ocorrências minerais}

```
procedure smgm_ocorrencias_minerais;  
var xm,ym:integer;  
begin  
  fronteira_pais_provincias;  
  lermunicipal;  
  desenharcidademunicipal;  
  vizinhos;  
  desenhar_ocorrencias('oc_mp.dat');  
  desenhar_ocorrencias('oc_gz.dat');  
  desenhar_ocorrencias('oc_ib.dat');  
  desenhar_ocorrencias('oc_sf.dat');  
  desenhar_ocorrencias('oc_mn.dat');  
  desenhar_ocorrencias('oc_tt.dat');  
  desenhar_ocorrencias('oc_zb.dat');  
  desenhar_ocorrencias('oc_np.dat');  
  desenhar_ocorrencias('oc_cd.dat');  
  desenhar_ocorrencias('oc_na.dat');  
end;
```

{mostra a distribuição das rochas}

```
procedure smgm_rochas;  
var xm,ym:integer;
```

```
begin
  fronteira_pais_provincias;
  lermunicipal;
  desenharcidademunicipal;
  vizinhos;
  desenhar_rochas('rc_mp.dat');
  desenhar_rochas('rc_gz.dat');
  desenhar_rochas('rc_ib.dat');
  desenhar_rochas('rc_sf.dat');
  desenhar_rochas('rc_mn.dat');
  desenhar_rochas('rc_tt.dat');
  desenhar_rochas('rc_zb.dat');
  desenhar_rochas('rc_np.dat');
  desenhar_rochas('rc_cd.dat');
  desenhar_rochas('rc_na.dat');
```

```
end;
```

{mostra a localização da indústria extractiva}

```
procedure smgm_i_extra;
var xm,ym:integer;
begin
  fronteira_pais_provincias;
  lermunicipal;
  desenharcidademunicipal;
  vizinhos;
  desenhar_i_extra('extra_mp.dat');
  desenhar_i_extra('extra_gz.dat');
  desenhar_i_extra('extra_ib.dat');
  desenhar_i_extra('extra_sf.dat');
  desenhar_i_extra('extra_mn.dat');
  desenhar_i_extra('extra_tt.dat');
  desenhar_i_extra('extra_zb.dat');
  desenhar_i_extra('extra_np.dat');
  desenhar_i_extra('extra_cd.dat');
```

```
desenhar_i_extra('extra_na.dat');  
end;
```

{mostra a localização da indústria transformadora}

```
procedure smgm_i_trans;  
var xm,ym:integer;  
begin  
  fronteira_pais_provincias;  
  lermunicipal;  
  desenharcidademunicipal;  
  vizinhos;  
  desenhar_i_trans('trans_mp.dat');  
  desenhar_i_trans('trans_gz.dat');  
  desenhar_i_trans('trans_ib.dat');  
  desenhar_i_trans('trans_sf.dat');  
  desenhar_i_trans('trans_mn.dat');  
  desenhar_i_trans('trans_tt.dat');  
  desenhar_i_trans('trans_zb.dat');  
  desenhar_i_trans('trans_np.dat');  
  desenhar_i_trans('trans_cd.dat');  
  desenhar_i_trans('trans_na.dat');  
end;
```

{mostra a localização das reservas florestais}

```
procedure smgm_florestal;  
var xm,ym:integer;  
begin  
  fronteira_pais_provincias;  
  lermunicipal;  
  desenharcidademunicipal;  
  vizinhos;  
  desenhar_r_florestal('fl_mp.dat');  
  desenhar_r_florestal('fl_gz.dat');  
  desenhar_r_florestal('fl_ib.dat');
```

```
desenhar_r_florestal('fl_sf.dat');  
desenhar_r_florestal('fl_mn.dat');  
desenhar_r_florestal('fl_tt.dat');  
desenhar_r_florestal('fl_zb.dat');  
desenhar_r_florestal('fl_np.dat');  
desenhar_r_florestal('fl_cd.dat');  
desenhar_r_florestal('fl_na.dat');  
end;
```

{mostra a localização das reservas integrais}

```
procedure smgm_integral;  
var xm,ym:integer;  
begin  
  fronteira_pais_provincias;  
  lermunicipal;  
  desenharcidademunicipal;  
  vizinhos;  
  desenhar_r_integral('int_mp.dat');  
  desenhar_r_integral('int_gz.dat');  
  desenhar_r_integral('int_ib.dat');  
  desenhar_r_integral('int_sf.dat');  
  desenhar_r_integral('int_mn.dat');  
  desenhar_r_integral('int_tt.dat');  
  desenhar_r_integral('int_zb.dat');  
  desenhar_r_integral('int_np.dat');  
  desenhar_r_integral('int_cd.dat');  
  desenhar_r_integral('int_na.dat');  
end;
```

{mostra a localização dos centros de produção pesqueira}

```
procedure smgm_centro;  
var xm,ym:integer;  
begin  
  fronteira_pais_provincias;
```



```
    lermunicipal;  
    desenharcidademunicipal;  
    vizinhos;  
    desenhar_centro('cent_mp.dat');  
    desenhar_centro('cent_gz.dat');  
    desenhar_centro('cent_ib.dat');  
    desenhar_centro('cent_sf.dat');  
    desenhar_centro('cent_mn.dat');  
    desenhar_centro('cent_tt.dat');  
    desenhar_centro('cent_zb.dat');  
    desenhar_centro('cent_np.dat');  
    desenhar_centro('cent_cd.dat');  
    desenhar_centro('cent_na.dat');  
end;
```

{mostra a distribuição dos recursos pesqueiro}

```
procedure smgm_pescas;  
var xm,ym:integer;  
begin  
    fronteira_pais_provincias;  
    {rede_estradas;}  
    lermunicipal;  
    desenharcidademunicipal;  
    vizinhos;  
end;
```

{lê as densidades populacionais de cada província}

```
procedure ler_densidade(s:string);  
var f:text;  
    i:integer;  
begin  
    assign(f,s);  
    reset(f);  
    i:=1;
```

```
readln(f,npop);
while (i<=npop) and (not eof(f)) do
begin
  readln(f,dens[i],coordx[i],coordy[i],local[i]);
  inc(i);
end;
close(f);
end;
```

{escreve as densidades populacionais no mapa}

```
procedure escrever_populacao;
var i:integer;
    s1:string;
begin
  setusercharsize(1,1,1,1);
  settextstyle(2,0,usercharsize);
  setcolor(yellow);
  for i:=1 to npop do
  begin
    str(dens[i]:2:1,s1);
    converte(coordx[i],coordy[i]);
    coordx[i]:=coordx[i]+40;
    coordy[i]:=coordy[i]+90;
    outtextxy(coordx[i],coordy[i],s1);
  end;
end;
```

{mostra a distribuição da população por província}

```
procedure smgm_populacao;
var xm,ym:integer;
begin
  fronteira_pais_provincias;
  lermunicipal;
  desenharcidademunicipal;
```

```
vizinhos;  
ler_densidade('densid.dat');  
escrever_populacao;  
end;
```

{alocação de opcoes}

```
procedure opcoes1(var opcao:escolha;var posicao:cadeia;  
var num_opcoes:integer;var letra:acelerador);  
begin  
    opcao[1]:= 'População';  
    posicao[1]:=1;  
    Letra[1]:= "";  
    opcao[2]:= 'Screen Server';  
    posicao[2]:=2;  
    Letra[2]:= "";  
    opcao[3]:= 'Sair';  
    posicao[3]:=1;  
    Letra[3]:= 'ALT F4';  
    num_opcoes:=3;  
end;
```

{alocação de opções}

```
procedure opcoes2(var opcao:escolha;var posicao:cadeia;  
var num_opcoes:integer;var letra:acelerador);  
begin  
    opcao[1]:= 'Rodoviario';  
    posicao[1]:=1;  
    Letra[1]:= 'F2';  
    opcao[2]:= 'Ferroviario';  
    posicao[2]:=1;  
    Letra[2]:= "";  
    opcao[3]:= 'Aereo';  
    posicao[3]:=1;  
    Letra[3]:= 'F3';
```

```
    opcao[4]:='Maritimo';  
    posicao[4]:=1;  
    Letra[4]:='';  
    num_opcoes:=4;  
end;
```

{alocação de opções}

```
procedure opcoes3(var opcao:escolha;var posicao:cadeia;  
var num_opcoes:integer;var letra:acelerador);  
begin  
    opcao[1]:='Extrativa';  
    posicao[1]:=1;  
    Letra[1]:='';  
    opcao[2]:='Transformadora';  
    posicao[2]:=1;  
    Letra[2]:='';  
    num_opcoes:=2;  
end;
```

{alocação de opções}

```
procedure opcoes4(var opcao:escolha;var posicao:cadeia;  
var num_opcoes:integer;var letra:acelerador);  
begin  
    opcao[1]:='Jazigos';  
    posicao[1]:=1;  
    Letra[1]:='';  
    opcao[2]:='Ocorrencias Minerais';  
    posicao[2]:=1;  
    Letra[2]:='';  
    opcao[3]:='Rochas Eruptivas';  
    posicao[3]:=1;  
    Letra[3]:='';  
    num_opcoes:=3;  
end;
```

{alocação de opções}

```
procedure opcoes5(var opcao:escolha;var posicao:cadeia;  
var num_opcoes:integer;var letra:acelerador);  
begin  
    opcao[1]:='Reservas Florestais';  
    posicao[1]:=1;  
    Letra[1]:='';  
    opcao[2]:='Reservas Integrais';  
    posicao[2]:=2;  
    Letra[2]:='';  
    num_opcoes:=2;  
end;
```

{alocação de opções}

```
procedure opcoes6(var opcao:escolha;var posicao:cadeia;  
var num_opcoes:integer;var letra:acelerador);  
begin  
    opcao[1]:='Centros de produção';  
    posicao[1]:=1;  
    Letra[1]:='';  
    opcao[2]:='Recursos Pesqueiros';  
    posicao[2]:=1;  
    Letra[2]:='';  
    num_opcoes:=2;  
end;
```

{alocação de opções}

```
procedure opcoes7(var opcao:escolha;var posicao:cadeia;  
var num_opcoes:integer;var letra:acelerador);  
begin  
    opcao[1]:='Parques/Reservas';  
    posicao[1]:=1;  
    Letra[1]:='';
```

```
    opcao[2]:='Praias';  
    posicao[2]:=2;  
    Letra[2]:="";  
    num_opcoes:=2;  
end;
```

{alocação de opções}

```
procedure opcoes8(var opcao:escolha;var posicao:cadeia;  
var num_opcoes:integer;var letra:acelerador);  
begin  
    opcao[1]:='Conteúdo';  
    posicao[1]:=1;  
    Letra[1]:="";  
    opcao[2]:='About...';  
    posicao[2]:=1;  
    Letra[2]:="";  
    num_opcoes:=2;  
end;
```

{ procedimento que produz os títulos para o menu bar }

```
Procedure titulos(var titulo:escolha;var posicao:cadeia;  
var numero_titulos:integer);  
begin  
    titulo[1]:='SMGM';  
    posicao[1]:=2;  
    titulo[2]:='Transportes';  
    posicao[2]:=1;  
    titulo[3]:='Industria';  
    posicao[3]:=1;  
    titulo[4]:='Geologia';  
    posicao[4]:=1;  
    titulo[5]:='Florestas';  
    posicao[5]:=2;  
    titulo[6]:='Pesca';
```

```
posicao[6]:=1;
titulo[7]:='Turismo';
posicao[7]:=3;
titulo[8]:='Ajuda';
posicao[8]:=2;
numero_titulos:=8;
end;
```

{ escreve o título na área de visualização }

```
procedure escrever_titulo(s:string);
begin
  mousehide;
  fixar_area(40,50,300,getmaxy-30,area2,size2);
  if not fixou then exit;
  fixar_area(30,getmaxy-20,630,getmaxy,area3,size3);
  if not fixou then exit;
  area_visualizacao(40,50,300,getmaxy-30,solidfill,cyan);
  setcolor(darkgray);
  rectangle(40,50,300,getmaxy-30);
  setcolor(white);
  line(40,getmaxy-30,300,getmaxy-30);
  line(300,50,300,getmaxy-30);
  setusercharsize(1,1,1,1);
  settextstyle(0,0,usercharsize);
  setcolor(white);
  outtextxy(60,60,s);
  setusercharsize(1,1,1,1);
  settextstyle(2,0,usercharsize);
end;
```

{ procedimento usado para a execução das opções }

```
procedure executar(titulo_seleccionado,opcao_seleccionada:integer);
var c:char;
begin
```

```
saiu:=false;
entrou:=false;
opcao_titulo:=titulo_selecionado;
if opcao_selecionada=60 then
begin
    opcao_selecionada:=1;
    titulo_selecionado:=2;
end;
if opcao_selecionada=61 then
begin
    opcao_selecionada:=3;
    titulo_selecionado:=2;
end;
case titulo_selecionado of
1:case opcao_selecionada of
    1:begin
        escrever_titulo('Densidade demográfica');
        if not fixou then exit;
        smgm_populacao;
        segunda_area_visualizacao(302,50,620,getmaxy-30,solidfill,cyan);
        grafico_circular('sexos.dat','População por sexo',315,350,460,250);
        mouseshow;
        while not sair_area_populacao(300-18,50+7) do;
        mousehide;
        putimage(40,50,area2^,NormalPut);
        putimage(30,getmaxy-20,area3^,NormalPut);
        freemem(area2,size2);
        freemem(area3,size3);
    end;
    2:screen_server;
    3:halt;
end;
2:case opcao_selecionada of
    1:begin
```



```
    escrever_titulo('Estradas Nacionais');
    if not fixou then exit;
    smgm_estrada;
    segunda_area_visualizacao(302,50,620,getmaxy-30,solidfill,cyan);
    Legenda_estradas_1(460,getmaxy-120);
    mouseshow;
    while not sair_area(300-18,50+7) do;
    mousehide;
    putimage(40,50,area2^,NormalPut);
    putimage(30,getmaxy-20,area3^,NormalPut);
    freemem(area2,size2);
    freemem(area3,size3);
end;
2:begin
    escrever_titulo('Linhas Féreas');
    if not fixou then exit;
    smgm_linha_ferea;
    segunda_area_visualizacao(302,50,620,getmaxy-30,solidfill,cyan);
    Legenda_lferea1(460,getmaxy-120);
    mouseshow;
    while not sair_area_feroviaria(300-18,50+7) do;
    mousehide;
    putimage(40,50,area2^,NormalPut);
    putimage(30,getmaxy-20,area3^,NormalPut);
    freemem(area2,size2);
    freemem(area3,size3);
end;
3:begin
    escrever_titulo('Aeroportos e Aerodromos');
    if not fixou then exit;
    smgm_aeroporto;
    segunda_area_visualizacao(302,50,620,getmaxy-30,solidfill,cyan);
    Legenda_aeroportos(410,getmaxy-190);
    mouseshow;
```

```
    while not sair_area_aeroportos(300-18,50+7) do;
    mousehide;
    putimage(40,50,area2^,NormalPut);
    putimage(30,getmaxy-20,area3^,NormalPut);
    freemem(area2,size2);
    freemem(area3,size3);
end;
4:begin
    escrever_titulo('Portos maritimos/fluviais');
    if not fixou then exit;
    smgm_porto;
    segunda_area_visualizacao(302,50,620,getmaxy-30,solidfill,cyan);
    Legenda_portos(410,getmaxy-160);
    mouseshow;
    while not sair_area_portos(300-18,50+7) do;
    mousehide;
    putimage(40,50,area2^,NormalPut);
    putimage(30,getmaxy-20,area3^,NormalPut);
    freemem(area2,size2);
    freemem(area3,size3);
end;
end;
3:case opcao_seleccionada of
    1:begin
        escrever_titulo('Indústria Extrativa');
        if not fixou then exit;
        smgm_i_extra;
        segunda_area_visualizacao(302,50,620,getmaxy-30,solidfill,cyan);
        Legenda_i_extractiva(410,getmaxy-230);
        mouseshow;
        while not sair_area_i_extractiva(300-18,50+7) do;
        mousehide;
        putimage(40,50,area2^,NormalPut);
        putimage(30,getmaxy-20,area3^,NormalPut);
```

```
        freemem(area2,size2);
        freemem(area3,size3);
    end;
2:begin
    escrever_titulo('Indústria Transformadora');
    if not fixou then exit;
    smgm_i_trans;
    segunda_area_visualizacao(302,50,620,getmaxy-30,solidfill,cyan);
    Legenda_i_transformadora(410,getmaxy-230);
    mouseshow;
    while not sair_area_i_transformadora(300-18,50+7) do;
    mousehide;
    putimage(40,50,area2^,NormalPut);
    putimage(30,getmaxy-20,area3^,NormalPut);
    freemem(area2,size2);
    freemem(area3,size3);
    end;
end;
4:case opcao_selecionada of
    1:begin
        escrever_titulo('Jazigos');
        if not fixou then exit;
        smgm_jazigos;
        segunda_area_visualizacao(302,50,620,getmaxy-30,solidfill,cyan);
        Legenda_jazigos(410,getmaxy-230);
        mouseshow;
        while not sair_area_jazigos(300-18,50+7) do;
        mousehide;
        putimage(40,50,area2^,NormalPut);
        putimage(30,getmaxy-20,area3^,NormalPut);
        freemem(area2,size2);
        freemem(area3,size3);
    end;
    2:begin
```

```
    escrever_titulo('Ocorrencias Minerais');
    if not fixou then exit;
    smgm_ocorrencias_minerais;
    segunda_area_visualizacao(302,50,620,getmaxy-30,solidfill,cyan);
    Legenda_ocorrencias(410,getmaxy-230);
    mouseshow;
    while not sair_area_ocorrencias(300-18,50+7) do;
    mousehide;
    putimage(40,50,area2^,NormalPut);
    putimage(30,getmaxy-20,area3^,NormalPut);
    freemem(area2,size2);
    freemem(area3,size3);
end;
3:begin
    escrever_titulo('Rochas Eruptivas');
    if not fixou then exit;
    smgm_rochas;
    segunda_area_visualizacao(302,50,620,getmaxy-30,solidfill,cyan);
    Legenda_rochas(410,getmaxy-230);
    mouseshow;
    while not sair_area_rochas(300-18,50+7) do;
    mousehide;
    putimage(40,50,area2^,NormalPut);
    putimage(30,getmaxy-20,area3,NormalPut);
    freemem(area2,size2);
    freemem(area3,size3);
end;
end;
5:case opcao_seleccionada of
1:begin
    escrever_titulo('Reservas Florestais');
    if not fixou then exit;
    smgm_florestal;
    segunda_area_visualizacao(302,50,620,getmaxy-30,solidfill,cyan);
```

```
    Legenda_r_florestal(460,getmaxy-120);
    mouseshow;
    while not sair_area_r_florestal(300-18,50+7) do;
    mousehide;
    putimage(40,50,area2^,NormalPut);
    putimage(30,getmaxy-20,area3^,NormalPut);
    freemem(area2,size2);
    freemem(area3,size3);
end;
2:begin
    escrever_titulo('Reservas Integrais');
    if not fixou then exit;
    smgm_integral;
    segunda_area_visualizacao(302,50,620,getmaxy-30,solidfill,cyan);
    Legenda_r_integral(460,getmaxy-120);
    mouseshow;
    while not sair_area_r_integral(300-18,50+7) do;
    mousehide;
    putimage(40,50,area2^,NormalPut);
    putimage(30,getmaxy-20,area3^,NormalPut);
    freemem(area2,size2);
    freemem(area3,size3);
end;
end;
6:case opcao_seleccionada of
    1:begin
        escrever_titulo('Centros de produção');
        if not fixou then exit;
        smgm_centro;
        segunda_area_visualizacao(302,50,620,getmaxy-30,solidfill,cyan);
        Legenda_centro_producao(440,getmaxy-140);
        mouseshow;
        while not sair_area_centro_producao(300-18,50+7) do;
        mousehide;
```

```
        putimage(40,50,area2^,NormalPut);
        putimage(30,getmaxy-20,area3^,NormalPut);
        freemem(area2,size2);
        freemem(area3,size3);
end;
2:begin
    escrever_titulo('Recursos Pesqueiros');
    if not fixou then exit;
    smgm_pescas;
    segunda_area_visualizacao(302,50,620,getmaxy-30,solidfill,cyan);
    grafico_circular('pesca.dat','Pesca artesanal por províncias',315,280,460,200);
    mouseshow;
    while not sair_area_pescas(300-18,50+7) do;
    mousehide;
    putimage(40,50,area2^,NormalPut);
    putimage(30,getmaxy-20,area3^,NormalPut);
    freemem(area2,size2);
    freemem(area3,size3);
end;
end;
7:case opcao_seleccionada of
    1:begin
        escrever_titulo('Parques e reservas');
        if not fixou then exit;
        smgm_parque_reserva;
        segunda_area_visualizacao(302,50,620,getmaxy-30,solidfill,cyan);
        Legenda_parque_reserva(460,getmaxy-120);
        mouseshow;
        while not sair_area_parque_reserva(300-18,50+7) do;
        mousehide;
        putimage(40,50,area2^,NormalPut);
        putimage(30,getmaxy-20,area3^,NormalPut);
        freemem(area2,size2);
        freemem(area3,size3);
```

```
end;
2:begin
    escrever_titulo('Praias');
    if not fixou then exit;
    smgm_praia;
    segunda_area_visualizacao(302,50,620,getmaxy-30,solidfill,cyan);
    Legenda_praia(460,getmaxy-120);
    mouseshow;
    while not sair_area_praia(300-18,50+7) do;
        mousehide;
        putimage(40,50,area2^,NormalPut);
        putimage(30,getmaxy-20,area3^,NormalPut);
        freemem(area2,size2);
        freemem(area3,size3);
    end;
end;
8:case opcao_seleccionada of
1:begin
    help;
end;
2:begin
    fixar_area((getmaxx div 2)-150,(getmaxy div 2)-100,
    (getmaxx div 2)+150,(getmaxy div 2)+100,area4,size4);
    about;
    repeat
    until mouseclick or keypressed;
    putimage((getmaxx div 2)-150,(getmaxy div 2)-100,area4^,
    NormalPut);
    freemem(area4,size4);
end;
end;
end;
if entrou then
begin
```

```
    mousehide;  
    fundo_direito;  
    entrou:=false;  
end;  
fundo_direito;  
mouseshow;  
end;
```

{determina a posição em função da opção}

```
function calcular_posicao(x,num_opcao:integer;titulo:escolha):integer;  
var i,x1:integer;  
begin  
    i:=1;  
    x1:=x;  
    while i<num_opcao do  
        begin  
            x1:=x1+textwidth(titulo[i])+10;  
            inc(i);  
        end;  
        calcular_posicao:=x1;  
    end;
```

{determina a coordenada em função da opção}

```
function coordenada_x(x0:integer;num_menu:intervalo):integer;  
var x1,i:integer;  
begin  
    i:=1;  
    x1:=x0;  
    while (i<num_menu) do  
        begin  
            x1:=x1+textwidth(titulo[i])+10;  
            inc(i);  
        end;  
        coordenada_x:=x1;
```


end;

{permite aceder ao menu}

```
procedure aceder_menu(var x0:integer;x,y0:integer;num_menu:intervalo;
var numero_escolha,titulo_seleccionado:integer;var posicao1:cadeia;
var execute:boolean);
begin
  mousehide;
  execute:=true;
  terminar:=false;
  setusercharsize(1,1,1,1);
  settextstyle(2,0,usercharsize);
  x0:=coordenada_x(x,num_menu);
  numero_escolha:=num_menu;
  titulo_seleccionado:=numero_escolha;
  destacar_titulo(x0,y0,titulo[numero_escolha],posicao1[numero_escolha]);
  mouseshow;
end;
```

{prepara a execução do menu pop_up}

```
procedure preparar_execucao_pop_up(num_menu:intervalo;var x1:integer;x:integer);
begin
  setusercharsize(1,1,1,1);
  settextstyle(2,0,usercharsize);
  x1:=coordenada_x(x,num_menu);
end;
```

{permite aceder ao menu co tecla de função}

```
procedure aceder_com_funcao(var x0:integer;x,y0:integer;num_menu:intervalo;
var numero_escolha,titulo_seleccionado:integer;var posicao1:cadeia;
var execute:boolean;num:integer);
begin
  opcao_seleccionada:=num;
  execute:=true;
  terminar:=true;
```

```
setusercharsize(1,1,1,1);
settextstyle(2,0,usercharsize);
x0:=coordenada_x(x,num_menu);
numero_escolha:=2;
titulo_seleccionado:=numero_escolha;
mousehide;
mousshow;
end;

{ procedimento usado para percorrer o menu bar }
procedure percorrer_titulos(x,y,numero_titulos:integer;
titulo:escolha;posicao1:cadeia);
var
numero_escolha:integer;
x0,y0:integer;
titulo_seleccionado:integer;
execute:boolean;
s:string;

begin
mousshow;
maximo_titulos:=numero_titulos;
abrir_pop_up:=false;
execute:=false;
terminar:=false;
x0:=x; y0:=y;
xm:=0;
ym:=0;
while (not keypressed) and (not mouseclick) do;

if keypressed then ch:=readkey
else ch:='!';

numero_escolha:=1;
```

```
titulo_seleccionado:=1;
while true do
begin

    if ch='!' then
    begin
    mousehide;
    if not abrir_pop_up then
        getmousepos(xm,ym);

    terminar:=false;

    if inbox(610,5,610+12,5+12,xm,ym) then halt;
    if titulo_executar(x,y,xm,ym,numero_titulos,titulo)<>0 then
    begin
        execute:=true;
        titulo_seleccionado:=titulo_executar(x,y,xm,ym,numero_titulos,titulo);
        numero_escolha:=titulo_seleccionado;
        PutImage(x,y,area1^,NormalPut);
        x0:=calcular_posicao(x,numero_escolha,titulo);
        destacar_titulo(x0,y0,titulo[numero_escolha],posicao1[numero_escolha]);
        mouseshow;
    end
    end
    else
    if (ch =#0) or (abrir_pop_up) then
    begin
        if not abrir_pop_up then
            ch:=readkey;
        case ch of
        #75:if numero_escolha>1 then
            begin
                if abrir_pop_up then
                    begin
```

```
        execute:=true;
        terminar:=false;
        setusercharsize(1,1,1,1);
        settextstyle(2,0,usercharsize);
        x0:=x0-(TextWidth(titulo[titulo_seleccionado-1])+10);
        numero_escolha:=titulo_seleccionado-1;
        titulo_seleccionado:=numero_escolha;
        mousehide;
        PutImage(x,y,area1^,NormalPut);
        destacar_titulo(x0,y0,titulo[numero_escolha],
        posicao1[numero_escolha]);
        mouseshow;
        abrir_pop_up:=false;
    end
end;
#77:if numero_escolha<numero_titulos then
begin
    if abrir_pop_up then
    begin
        execute:=true;
        terminar:=false;
        setusercharsize(1,1,1,1);
        settextstyle(2,0,usercharsize);
        x0:=x0+TextWidth(titulo[titulo_seleccionado])+10;
        numero_escolha:=titulo_seleccionado+1;
        titulo_seleccionado:=numero_escolha;
        mousehide;
        PutImage(x,y,area1^,NormalPut);
        destacar_titulo(x0,y0,titulo[numero_escolha],
        posicao1[numero_escolha]);
        mouseshow;
        abrir_pop_up:=false;
    end
end;
end;
```

```
#50:begin
    aceder_menu(x0,x,y0,1,numero_escolha,
    titulo_seleccionado,posicao1,execute);
end;
#20:begin
    aceder_menu(x0,x,y,2,numero_escolha,
    titulo_seleccionado,posicao1,execute);
end;
{#30:begin
    aceder_menu(x0,x,y,3,numero_escolha,
    titulo_seleccionado,posicao1,execute);
end;}
#23:begin
    aceder_menu(x0,x,y,3,numero_escolha,
    titulo_seleccionado,posicao1,execute);
end;
#34:begin
    aceder_menu(x0,x,y,4,numero_escolha,
    titulo_seleccionado,posicao1,execute);
end;
#38:begin
    aceder_menu(x0,x,y,5,numero_escolha,
    titulo_seleccionado,posicao1,execute);
end;
#25:begin
    aceder_menu(x0,x,y,6,numero_escolha,
    titulo_seleccionado,posicao1,execute);
end;
#19:begin
    aceder_menu(x0,x,y,7,numero_escolha,
    titulo_seleccionado,posicao1,execute);
end;
#36:begin
    aceder_menu(x0,x,y,8,numero_escolha,
```

```
        titulo_seleccionado,posicao1,execute);
    end;
#60:begin
    aceder_com_funcao(x0,x,y,2,numero_escolha,
        titulo_seleccionado,posicao1,execute,1);
    end;
#61:begin
    aceder_com_funcao(x0,x,y,2,numero_escolha,
        titulo_seleccionado,posicao1,execute,3);
    end;
#107:halt;
end;
end
else if (ch=#13) then
    if abrir_pop_up then
        begin
            execute:=true;
            abrir_pop_up:=false;
        end;
opcao_titulo:=titulo_seleccionado;

    if execute then
        begin
            execute:=false;
            if not terminar then
                begin
                    x1:=30; y1:=41;
                    if titulo_seleccionado=1 then
                        begin
                            preparar_execucao_pop_up(1,x1,x);
                            opcoes1(opcao,posicao,num,letra);
                            pop_up(x1,y1,opcao,num,posicao,letra,opcao_seleccionada);
                        end;
                    if titulo_seleccionado=2 then
```

```
begin

    preparar_execucao_pop_up(2,x1,x);
    opcoes2(opcao,posicao,num,letra);
    pop_up(x1,y1,opcao,num,posicao,letra,opcao_selecionada);
end;
if titulo_selecionado=3 then
begin
    preparar_execucao_pop_up(3,x1,x);
    opcoes3(opcao,posicao,num,letra);
    pop_up(x1,y1,opcao,num,posicao,letra,opcao_selecionada);
end;
if titulo_selecionado=4 then
begin
    preparar_execucao_pop_up(4,x1,x);
    opcoes4(opcao,posicao,num,letra);
    pop_up(x1,y1,opcao,num,posicao,letra,opcao_selecionada);
end;
if titulo_selecionado=5 then
begin
    preparar_execucao_pop_up(5,x1,x);
    opcoes5(opcao,posicao,num,letra);
    pop_up(x1,y1,opcao,num,posicao,letra,opcao_selecionada);
end;
if titulo_selecionado=6 then
begin
    preparar_execucao_pop_up(6,x1,x);
    opcoes6(opcao,posicao,num,letra);
    pop_up(x1,y1,opcao,num,posicao,letra,opcao_selecionada);
end;
if titulo_selecionado=7 then
begin
    preparar_execucao_pop_up(7,x1,x);
    opcoes7(opcao,posicao,num,letra);
```

```
        pop_up(x1,y1,opcao,num,posicao,letra,opcao_selecionada);
    end;
    if titulo_selecionado=8 then
    begin
        preparar_execucao_pop_up(8,x1,x);
        opcoes8(opcao,posicao,num,letra);
        pop_up(x1,y1,opcao,num,posicao,letra,opcao_selecionada);
    end;
    {if titulo_selecionado=9 then
    begin
        preparar_execucao_pop_up(9,x1,x);
        opcoes9(opcao,posicao,num,letra);
        pop_up(x1,y1,opcao,num,posicao,letra,opcao_selecionada);
    end;}
    end;

    if terminar and (not abrir_pop_up) then
    begin
        if (ch=#60) or (ch=#61) then
        begin
            setusercharsize(1,1,1,1);
            settextstyle(2,0,usercharsize);
            x0:=coordenada_x(x,2);
            numero_escolha:=2;
            titulo_selecionado:=numero_escolha;
            mousehide;
            PutImage(x,y,area1^,NormalPut);
            mouseshow;

            end;
            executar(titulo_selecionado,opcao_selecionada);
            terminar:=false;
            execute:=false;
        end;
    end;
```



```
    mouseshow;
    if not abrir_pop_up then
    begin
    mouseshow;
    while (not keypressed) and (not mouseclick) do;

    if keypressed then ch:=readkey
    else ch:='!';
    end;
    end;
end;

{ procedimento que cria o menu bar }
procedure menu_bar;
begin
    fundo;
    setcolor(blue);
    x2:=30;
    y2:=21;
    titulos(titulo,posicao,numero_titulos);
    fundo_titulos(x2,y2,x2+600,y2+20);
    preencher_titulos(x2,y2+6,titulo,posicao,numero_titulos);
    fixar_area(x2,y2,x2+600,y2+20,area1,size1);
    if not fixou then exit;
    percorrer_titulos(x2,y2,numero_titulos,titulo,posicao);
end;

{parte principal}
begin
    clrscr;
    GDriver:=Detect;
    Initgraph(GDriver,Gmode,"");
    menu_bar;
    CloseGraph;
```

clrsr;
end.

7.2. Ficheiros de dados

- a) A seguir lista-se os ficheiros de dados que contém a localização dos aeroportos e aeródromos (um ficheiro para cada província)

**aer_cd.dat, aer_gz.dat, aer_ib.dat, aer_mn.dat, aer_mp.dat, aer_na.dat, aer_np.dat,
aer_sf.dat, aer_tt.dat, aer_zb.dat**

- b) A seguir lista-se os ficheiros de dados que contém as coordenadas das fronteiras de cada província.

**cabo_d.dat, gaza.dat, inhamban.dat, manica.dat, maputo.dat, nampula.dat, niassa.dat,
sofala.dat, tete.dat, zambezia.dat**

- c) A seguir lista-se os ficheiros de dados que contém a localização dos centros de produção pesqueira (um ficheiro para cada província)

**cent_cd.dat, cent_gz.dat, cent_ib.dat, cent_mn.dat, cent_mp.dat, cent_na.dat, cent_np.dat,
cent_sf.dat, cent_tt.dat, cent_zb.dat**

- d) A seguir lista-se o ficheiro de dados que contém a densidade populacional por província

densid.dat

- e) A seguir lista-se os ficheiros de dados que contém a localização das sedes distritais (um ficheiro para cada província)

dcd.dat, dgz.dat, dib.dat, dmn.dat, dmp.dat, dna.dat, dnp.dat, dsf.dat, dtt.dat, dzb.dat

- f) A seguir lista-se os ficheiros de dados que contém as coordenadas das estradas (um ficheiro para cada província)

ecd.dat, egz.dat, eib.dat, emn.dat, emp.dat, ena.dat, enp.dat, esf.dat, ett.dat, ezb.dat

- g) A seguir lista-se os ficheiros de dados que contém a distribuição da indústria extractiva (um ficheiro para cada província)

**extra_cd.dat, extra_gz.dat, extra_ib.dat, extra_mn.dat, extra_mp.dat, extra_na.dat,
extra_np.dat, extra_sf.dat, extra_tt.dat, extra_zb.dat**

- h) A seguir lista-se os ficheiros de dados que contém a distribuição das reservas florestais (um ficheiro para cada província)

**fl_cd.dat, fl_gz.dat, fl_ib.dat, fl_mn.dat, fl_mp.dat, fl_na.dat, fl_np.dat, fl_sf.dat, fl_tt.dat,
fl_zb.dat**

- i) A seguir lista-se o ficheiro de dados que contém as coordenadas geográficas dos aeroportos e aeródromos

geoaero.dat

- j) A seguir lista-se o ficheiro de dados que contém as coordenadas geográficas dos portos

geoporto.dat

- k) A seguir lista-se os ficheiros de dados que contém a localização das reservas integrais (um ficheiro para cada província)

int_cd.dat, int_gz.dat, int_ib.dat, int_mn.dat, int_mp.dat, int_na.dat, int_np.dat, int_sf.dat, int_tt.dat, int_zb.dat

- l) A seguir lista-se os ficheiros de dados que contém a localização dos jazigos (um ficheiro para cada província)

jz_cd.dat, jz_gz.dat, jz_ib.dat, jz_mn.dat, jz_mp.dat, jz_na.dat, jz_np.dat, jz_sf.dat, jz_tt.dat, jz_zb.dat

- m) A seguir lista-se o ficheiro que contém a localização das capitais provinciais

moz_cap1.dat

- n) A seguir lista-se o ficheiro que contém as coordenadas da fronteira do país

moz4.dat

- o) A seguir lista-se os ficheiros de dados que contém a distribuição das ocorrências minerais (um ficheiro para cada província)

oc_cd.dat, oc_gz.dat, oc_ib.dat, oc_mn.dat, oc_mp.dat, oc_na.dat, oc_np.dat, oc_sf.dat, oc_tt.dat, oc_zb.dat

- p) A seguir lista-se o ficheiro de dados que contém a localização dos parques

parques.dat

- q) A seguir lista-se o ficheiro de dados que contém informação sobre pesca

pesca.dat

- r) A seguir lista-se os ficheiros que contém a localização dos portos (um ficheiro para cada província)

porto_cd.dat, porto_gz.dat, porto_ib.dat, porto_mn.dat, porto_mp.dat, porto_na.dat, porto_np.dat, porto_sf.dat, porto_tt.dat, porto_zb.dat

Departamento de Matemática e Informática
Trabalho de Licenciatura

- s) A seguir lista-se os ficheiros de dados que contém a localização das praias (um ficheiro para cada província costeira)

pr_cd.dat, pr_gz.dat, pr_ib.dat, pr_mp.dat, pr_np.dat, pr_sf.dat, pr_zb.dat

- t) A seguir lista-se os ficheiros de dados que contém a produção pesqueira (um ficheiro para cada província)

ps_cd.dat, ps_gz.dat, ps_ib.dat, ps_mn.dat, ps_mp.dat, ps_na.dat, ps_np.dat, ps_sf.dat, ps_tt.dat, ps_zb.dat

- u) A seguir lista-se os ficheiros de dados que contém a localização das rochas (um ficheiro para cada província)

rc_cd.dat, rc_gz.dat, rc_ib.dat, rc_mn.dat, rc_mp.dat, rc_na.dat, rc_np.dat, rc_sf.dat, rc_tt.dat, rc_zb.dat

- v) A seguir lista-se os ficheiros de dados que contém as coordenadas das linhas férreas (um ficheiro para cada província)

rfd.dat, rfgz.dat, rfib.dat, rfmn.dat, rfmp.dat, rfna.dat, rfnp.dat, rfsf.dat, rftt.dat, rfzb.dat

- w) A seguir lista-se o ficheiro de dados que contém as rotas aéreas

Rotas.dat

- x) A seguir lista-se o ficheiro de dados que contém informação sobre a população

Sexos.dat

- y) A seguir lista-se os ficheiros de dados que contém a distribuição da indústria transformadora (um ficheiro para cada província)

trans_cd.dat, trans_gz.dat, trans_ib.dat, trans_mn.dat, trans_mp.dat, trans_na.dat, trans_np.dat, trans_sf.dat, trans_tt.dat, trans_zb.dat