



**FCTUC DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**  
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

## **TESE DE DOUTORAMENTO**

# **Planeamento de equipamentos educativos em Cabo Verde**

Tese submetida à Universidade de Coimbra como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Doutor em Engenharia Civil, na especialidade em Urbanismo, Ordenamento do Território e Transportes.

### **Autor**

Oswaldo Rui Monteiro dos Reis Borges

### **Orientador**

António Pais Antunes

**Coimbra, 30 de Dezembro de 2011**

## Financiamento da investigação

Este trabalho de investigação foi financiado pela “Fundação para Ciência e Tecnologia” (FCT) do Ministério da Ciência e do Ensino Superior de Portugal no âmbito do “Concurso para atribuição de bolsas de investigação para licenciados, mestres e doutorados nacionais dos PALOP e Timor” através da ref.<sup>a</sup> SFRH/DB/15347/2005.

**FCT** Fundação para a Ciência e a Tecnologia

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E ENSINO SUPERIOR

Ciência.Inovação  
2010

Programa Operacional Ciência e Inovação 2010

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E ENSINO SUPERIOR



À memória da minha mãe,

Georgete da Luz Monteiro dos Reis Borges

## **Agradecimentos**

A elaboração deste trabalho científico contou com apoio e colaboração de muitas pessoas que, de forma directa ou indirecta, com maior ou menor intensidade, contribuíram para a sua concretização. Também várias instituições portuguesas e cabo-verdianas merecem destaque, pois que o seu apoio logístico e financeiro tornou possível o desenvolvimento desta tese. A todas presto meu tributo, através de sinceros e profundos votos de agradecimento.

Entretanto, quero ainda, muito especialmente, deixar uma palavra de gratidão e de louvor pela prestimosa colaboração aos que mais directamente estiveram ligados à realização deste trabalho:

- ao Prof. Doutor António Pais Antunes, que desde a primeira hora aceitou ser o orientador desta investigação dando toda a sua dedicação, disponibilidade e apoio, pacientemente, durante vários anos de investigação e desenvolvimento desta tese. As suas reflexões e críticas, surgidas do seu conhecimento, experiência e competência profissional, guiaram-me na realização deste trabalho de investigação;
- à Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, através do seu Departamento de Engenharia Civil, pelas condições criadas e pela oportunidade que me concedeu para desenvolver esta investigação;
- à Fundação para Ciência e Tecnologia e ao Gabinete de Relações Internacionais da Ciência e do Ensino Superior do Ministério da Ciência e do Ensino Superior de Portugal pelo apoio concedido através de uma bolsa de Doutoramento, ref.ºSFRH/DB/15347/2005, no âmbito do “Concurso para atribuição de bolsas de investigação para licenciados, mestres e doutorados nacionais dos PALOP e Timor”;
- aos Profs. Doutor Lusitano dos Santos da Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade de Coimbra e Doutor Alberto da Mota Gomes da Universidade de Cabo Verde (ex-Instituto Superior de Educação de Cabo Verde) pelo apoio

institucional dispensado no âmbito do Protocolo entre a Universidade de Coimbra e o Instituto Superior de Educação de Cabo Verde;

- aos Profs. Doutora Estela Pinto Lamas e Doutor Jorge Manuel Sousa Brito, anterior e actual Reitores da Universidade Jean Piaget de Cabo Verde, respectivamente, pelo incentivo e facilidades concedidas ao longo destes anos de investigação;
- aos meus colegas do Laboratório de Urbanismo, Transportes e Vias de Comunicação do Departamento de Engenharia Civil, particularmente João Teixeira, Bruno Santos, João Bigotte, Susana Almeida, João Zeferino, Miguel Santos e Eduardo Ribeiro pelo companheirismo e apoio técnico em vários momentos de realização deste trabalho;
- aos meus colegas José Sena Monteiro, Maria de Lurdes Fernandes Lopes, Idalina Almeida, Emanuel Semedo Borges e Celestino Barros que, muito carinhosamente, aceitaram em dar apoio incansável;
- ao meu pai Juvenal dos Reis Borges e às minhas/meus irmãs/irmãos por terem acreditado e me terem encorajado a prosseguir este doutoramento;
- à minha família mais chegada, sobretudo aos meus filhos/filhas, que constituiu nestes anos de investigação um importante alicerce psicológico e uma imutável fonte de estímulo nas horas mais difíceis;
- a todos os quais sempre me incentivaram e me apoiaram nos momentos difíceis do trabalho de doutoramento.

## Resumo

Esta tese visa contribuir para o desenvolvimento de modelos de planeamento e gestão de redes de equipamentos educativos mais realistas e operacionais. Entretanto, apresenta modelos de optimização para o problema de localização de equipamentos educativos em Cabo Verde, tendo em consideração que estes modelos quando aplicados aos serviços públicos são importantes, pois racionalizam os recursos disponíveis, beneficiando directamente a população. Geralmente, a localização adequada de equipamentos educativos e a atribuição dos utentes, a este serviço, têm constituído um dos grandes problemas enfrentados pelo sector da educação. Contudo, o desenvolvimento de uma proposta, que maximize a acessibilidade, traduzida na minimização da distância média, que estes utentes percorrem para utilizar esse serviço, é de fundamental importância, pois são serviços de necessidade básica e os seus recursos são normalmente muito escassos. Cabo Verde é um pequeno país africano, considerado emergente, que acaba de ser incluído no grupo de Países do Rendimento Médio. A sua economia está orientada para os serviços e depende quase totalmente do exterior. Tem sido feita uma grande aposta no seu capital humano, investimento na educação como a chave para seu sucesso. Consequentemente, a optimização dos seus recursos educativos é actualmente de grande interesse. Os objectivos dos modelos são a maximização da acessibilidade e a minimização do investimento (garantindo uma boa cobertura). Os modelos do tipo  $p$ -mediana foram utilizados e implementados, através dos métodos exactos e do algoritmo de entropia cruzada. Os modelos foram aplicados em dois estudos de caso: para as escolas básicas do município de Santa Cruz e para as escolas secundárias da ilha de Santiago. Ainda, foi concebido um Sistema de Informação para o Planeamento da Educação com o objectivo de integrar num único sistema os recursos necessários à tomada de decisão sobre o planeamento da educação. Os modelos apresentaram soluções óptimas ou muito boas. Em qualquer dos casos, as soluções parecem realistas e podem ser aplicadas à realidade cabo-verdiana. A resolução dos modelos não suscitou problemas em termos de processamento e o tempo computacional foi bastante reduzido.

Palavras-chave: Modelos de localização,  $p$ -mediana, Rede de escolas, Planeamento, Cabo Verde

## **Abstract**

This thesis aims to contribute to the development of more realistic and operational models for planning and management of educational facilities networks. It presents optimization models to the problem of locating educational facilities in Cape Verde, taking into account the importance of these models when applied to public facilities, since they rationalize the use of resources directly benefiting the population.

Typically, the appropriate location of educational facilities and the assignment of users to this service is one of the major problems faced by the education sector. The development of a proposal that maximizes accessibility, assessed through the minimization of the distance traveled by users to reach schools, is of fundamental importance because this is a basic service to the population and the resources are usually scarce. Cape Verde is a small African country, which is considered to be an emerging country and has just been included in the group of Middle Income Countries. Its economy is service-oriented and depends almost entirely on foreign relations. The government has made a great effort in education, investing in human capital as a key to its success. Consequently, the optimization of the use of Cape Verde's educational resources is currently of main interest. The objectives of the models are the maximization of accessibility and the minimization of investment (ensuring coverage of demand).  $P$ -median type models were used and solved through exact methods and cross entropy algorithms. The models were applied to two case studies: the elementary schools of the municipality of Santa Cruz and the secondary schools of the Santiago Island. In addition, it was designed an Information System for Educational Planning with the aim of integrating into one system the resources required for taking decisions on planning education. The models presented optimal or very good solutions. In any case, the solutions seem realistic and can be applied to the Cape Verde context. The resolution of the models did not raise problems in terms of computing effort.

**Keywords:** Facility location,  $p$ -median, School networks, Planning, Cape-Verde.

## Índice de Matérias

<b>Capítulo I – Introdução .....</b>	<b>1</b>
1.1 Contextualização .....	1
1.2 Justificação e motivação na escolha do tema.....	3
1.3 Relevância do tema .....	6
1.4 Objectivos de investigação .....	8
1.5 Enquadramento metodológico .....	9
1.6 Estrutura da tese .....	9
1.7 Limitações e constrangimentos.....	12
<b>Capítulo II – Evolução do Sistema Educativo.....</b>	<b>13</b>
2.1 Contextos geográfico, político-administrativo e demográfico.....	14
2.1.1 Contexto geográfico .....	14
2.1.2 Contexto político-administrativo .....	15
2.1.3 Contexto demográfico .....	17
2.2 Contexto socioeconómico.....	20
2.2.1 Contexto social.....	20
2.2.2 Contexto económico.....	22
2.3 Sistema educativo em Cabo Verde.....	26
2.3.1 Estrutura e Organização do Sistema.....	26
2.3.2 Organização dos serviços e das instituições educativas .....	28
2.3.3 Evolução de principais indicadores do sistema educativo.....	32
<b>Capítulo III – Fundamentação teórica .....</b>	<b>54</b>
3.1 Planeamento de equipamentos colectivos .....	55
3.2 Teoria da Localização.....	57
3.3 Modelos de optimização .....	59
3.3.1 Optimização linear .....	59
3.3.2 Optimização linear inteira.....	61
3.3.3 Optimização não-linear.....	62
3.4 Modelos de Localização de Equipamentos Colectivos .....	63
3.4.1 Introdução .....	63
3.4.2 Modelos básicos .....	63
3.4.3 Extensões .....	65
3.4.4 Modelos Avançados .....	68
3.5 Aplicações práticas de modelos de localização de equipamentos educativos .....	69
3.6 Sistemas de Informação Geográfica.....	73
<b>Capítulo IV – Planeamento de Escolas Básicas no Município de Santa Cruz .....</b>	<b>78</b>
4.1 Problemas do planeamento de escolas básicas em Santa Cruz.....	79
4.1.1 Contexto socioeconómico do município de Santa Cruz.....	79
4.1.2 Procura educativa do ensino básico.....	82
4.1.3 Rede escolar .....	87
4.1.4 Corpo docente e turma.....	90
4.1.5 Objectivos de planeamento .....	91

4.2	Modelo de optimização .....	92
4.3	Resultados dos modelos.....	95
4.3.1	Maximização da acessibilidade.....	95
4.3.2	Minimização do investimento.....	98
4.4	Considerações finais.....	102
<b>Capítulo V – Planeamento de Escolas Secundárias na Ilha de Santiago .....</b>		<b>104</b>
5.1	Problemas de planeamento de escolas secundárias em Santiago.....	105
5.1.1	Caracterização socioeconómica da ilha de Santiago.....	105
5.1.2	Procura educativa no ensino secundário.....	107
5.1.3	Rede escolar .....	113
5.1.4	Análise das capacidades .....	117
5.2	Metodologia de planeamento.....	118
5.3	Modelo de optimização .....	120
5.4	Resolução do modelo .....	123
5.4.1	Descrição do algoritmo.....	123
5.4.2	Estudo computacional .....	124
5.5	Análise dos resultados .....	127
5.5.1	População do ensino secundário dos 12-15 anos de idades.....	127
5.5.2	População do ensino secundário dos 16-17 anos .....	130
5.6	Considerações finais.....	132
<b>Capítulo VI – Integração dos SIGs no Planeamento da Educação .....</b>		<b>134</b>
6.1	Utilização dos SIGs em Cabo Verde.....	135
6.2	Processo de integração dos SIGs no Planeamento da Educação .....	137
6.3	Organização institucional do SIPE.....	138
6.3.1	Elementos de um SIPE .....	139
6.3.2	Modelo do SIPE.....	140
6.4	Análise de indicadores para o planeamento da educação.....	147
6.4.1	Importância dos indicadores .....	147
6.4.2	Características e princípios de indicadores.....	148
6.4.3	Principais indicadores para o planeamento da educação.....	149
6.5	Indicadores obtidos com o SIPE .....	153
6.6	Considerações finais.....	158
<b>Capítulo VII - Conclusão.....</b>		<b>160</b>
7.1	Apreciação conclusiva.....	161
7.2	As contribuições da tese .....	163
7.3	Áreas de futuras investigações.....	164
7.4	Sugestões e recomendações .....	165
<b>Referências Bibliográficas .....</b>		<b>167</b>
<b>Anexos .....</b>		<b>180</b>

## Índice de Figuras

Figura 2.1 – Mapa de Cabo Verde.....	14
Figura 2.2 – Pirâmide de idades de 1990 .....	17
Figura 2.3 – Pirâmide de idades de 2000 .....	18
Figura 2.4 – Evolução da População de 1940 a 2010 .....	19
Figura 2.5 – Evolução do PIB entre 1990 e 2007.....	23
Figura 2.6 – Taxa de promoção por nível de ensino entre 1980/81 e 2007/08 .....	40
Figura 2.7 – Taxa de transição entre ensino básico e secundário por município .....	41
Figura 2.8 – Número de salas por instituição de ensino superior em 2007/08.....	46
Figura 2.9 – Evolução da taxa de analfabetismo de 1974 a 2007 .....	49
Figura 4.1 – Ilha de Santiago e município de Santa Cruz.....	80
Figura 4.2 – Crescimento demográfico em Santa Cruz entre 1950-2015 .....	80
Figura 4.3 – Escola de Achada Fátima no município de Santa Cruz.....	84
Figura 4.4 – Efectivos discentes por zona no município de Santa Cruz .....	85
Figura 4.5 – Rede escolar do município de Santa Cruz.....	88
Figura 4.6 – Escola da vila de Pedra Badejo .....	89
Figura 4.7 – Escolas básicas arrendadas e cedidas em Santa Cruz .....	89
Figura 4.8 – Solução da maximização da acessibilidade para Santa Cruz.....	96
Figura 4.9 – Solução de minimização do investimento para Santa Cruz.....	99
Figura 5.1 – Ilha de Santiago em Cabo Verde.....	105
Figura 5.2 – Evolução da população da ilha de Santiago e de Cabo Verde.....	106
Figura 5.3 – Evolução de alunos por município da ilha de Santiago.....	109
Figura 5.4 – Escolas secundárias por município na ilha de Santiago .....	113
Figura 5.5 – Liceu Domingos Ramos situado na cidade da Praia .....	114

Figura 5.6 – Escolas secundárias técnicas da ilha de Santiago .....	115
Figura 5.7 – Escolas Secundárias da Calabaceira e São Domingos .....	116
Figura 5.8 – Melhor solução para instalação de 25 escolas em Santiago .....	129
Figura 5.9 – Resultados dos dois cenários de escolas secundárias .....	131
Figura 6.1 – Estrutura do SIPE.....	140
Figura 6.2 – Módulo de dados do SIPE .....	141
Figura 6.3 – Dados introduzidos no Excel .....	153
Figura 6.4 – Cálculos dos indicadores da educação .....	154
Figura 6.5 – Utilização da tabela do Microsoft Excel no ArcMap .....	155
Figura 6.6 – Mapa da taxa de escolarização bruta no Porto Novo .....	156
Figura 6.7 – Mapa do número de salas (esquerda) e da taxa de ocupação (direita) no Porto Novo em 2007/08.....	157
Figura 6.8 – Mapa do rácio alunos por professor no Porto Novo em 2007/08 .....	158

## Índice de Tabelas

Tabela 2.1 – Estimativa da população para 2005 e projecção para 2010 .....	19
Tabela 2.2 – Configuração da rede escolar do ensino básico de 1994 .....	31
Tabela 2.3 – Evolução dos efectivos por nível de ensino entre 1974/75 e 2007/08.....	34
Tabela 2.4 – Evolução dos efectivos por nível de ensino entre 2000/01 e 2007/08.....	35
Tabela 2.5 – Estudantes do ensino superior no país em 2007/08.....	37
Tabela 2.6 – Evolução da taxa de escolarização líquida de 1980/81 a 2007/08 .....	38
Tabela 2.7 – Taxas de escolarização por município e nível de ensino em 2000/01 .....	39
Tabela 2.8 – Taxa de Repetência de 1980/81 a 2007/08.....	40
Tabela 2.9 – Evolução do corpo docente de 1980/81 a 2007/08.....	42
Tabela 2.10 – Evolução dos equipamentos educativos entre 1980/81 e 2000/01 .....	44
Tabela 2.11 – Intervenções em construções escolares previstas até 2010 .....	46
Tabela 2.12 – Intervenções em construção escolares no ensino secundário .....	47
Tabela 2.13 – Despesas com a Educação no PIB e OGE entre 1980 e 2003 .....	50
Tabela 2.14 – Orçamentos da Educação e Geral do Estado em 2008 .....	50
Tabela 2.15 – Programa de Investimento – 2004 – sector da educação .....	52
Tabela 4.1 – Procura educativa em Santa Cruz entre 2000/01 e 2003/04.....	82
Tabela 4.2 – Número de efectivos discentes por escola em 2003/04 – Santa Cruz .....	84
Tabela 4.3 – População em idade escolar para o ensino básico em 2015 .....	86
Tabela 4.4 – População na 1ª fase em 2015 para o ensino básico em Santa Cruz .....	87
Tabela 4.5 – Análise da sensibilidade da solução de maximização da acessibilidade .....	97
Tabela 4.6 – Análise da sensibilidade da solução de minimização do investimento.....	99
Tabela 4.7 – Análise da sensibilidade para uma taxa de ocupação mínima de 70% .....	101
Tabela 4.8 – Análise da sensibilidade por zona para uma taxa de ocupação de 70% .....	102

Tabela 5.1 – Alunos do ensino secundário em 2005/06 na ilha de Santiago .....	108
Tabela 5.2 – Evolução de alunos do ensino secundário entre 2000/01 e 2005/06 .....	110
Tabela 5.3 – Projecção da população (total e 12-17 anos) de Santiago para 2015.....	112
Tabela 5.4 – População do ensino secundário para 2015 em Santiago .....	112
Tabela 5.5 – Número de escolas, salas, turmas e rácios em 2005/06 .....	114
Tabela 5.6 – Taxa de ocupação agregada (estabelecida e observada) em 2005/06.....	118
Tabela 5.7 – Percentagem de soluções óptimas globais obtidas com o algoritmo de entropia cruzada .....	125
Tabela 5.8 – Desvios máximos e desvios médios entre o valor das soluções obtidas com o algoritmo de entropia cruzada e o valor das soluções óptimas globais .....	126
Tabela 5.9 – Função-objectivo e número de escolas por solução em Santiago .....	127
Tabela 5.10 – Escolas para a população dos 12 – 15 anos por município e zona .....	130
Tabela 5.11 – Função-objectivo e número de escolas por solução em Santiago .....	131
Tabela 5.12 – Escolas para a população dos 16 – 17 anos por município e zona .....	132
Tabela 6.1 – Informação sobre a “população” .....	144
Tabela 6.2 – Informação para o indicador “Corpo discente” .....	145
Tabela 6.3 – Informação para o indicador “Corpo docente”.....	145
Tabela 6.4 – Informação para o indicador “Infra-estruturas e equipamentos” .....	146
Tabela 6.5 – Taxa admissão líquida (TAL).....	151
Tabela 6.6 – Taxa de admissão bruta (TAB).....	151
Tabela 6.7 – Taxa de escolarização líquida (TEL) .....	152
Tabela 6.8 – Taxa de escolarização bruta (TEB).....	152

## Siglas e abreviaturas

Art.	Artigo
CAF	Coordenação Administrativa e Financeira
CE	Cross Entropy
CEP	Coordenação de Estatística e Planeamento
CFLP	Capacitated Facility Location Problem
CP	Coordenação Pedagógica
DECRP	Documento de Estratégia de Crescimento e Redução da Pobreza
DGP	Direcção Geral do Planeamento
DUFLP	Dynamic Uncapacitated Facility Location Problem
EB	Ensino Básico
EBC	Ensino Básico Complementar
ECV	Escudos de Cabo Verde
ENOT	Esquemas Nacionais de Ordenamento do Território
EPE	Educação Pré-Escolar
EROT	Esquemas Regionais de Ordenamento do Território
ES	Ensino Secundário
EUA	Estados Unidos da América
GEDSE	Gabinete de Estudos e do Desenvolvimento do Sistema Educativo
GEP	Gabinete de Estudos e Planeamento
ICASE	Instituto Cabo-verdiano de Acção Social Escolar
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IESIG	Instituto de Estudos Superiores Isidoro da Graça
INAG	Instituto Nacional de Administração e Gestão
INE	Instituto Nacional de Estatística
INIDA	Instituto Nacional de Investigação e Desenvolvimento Agrário
IP	Instituto Pedagógico
ISCEE	Superior de Ciências Económicas e Empresariais
ISCJS	Instituto Superior de Ciências Jurídicas e Sociais
ISE	Instituto Superior de Educação
ISECMAR	Instituto Superior de Engenharia e Ciências do Mar
LBSE	Lei de Bases do Sistema Educativo
ME	Ministério da Educação
MECJD	Ministério da Educação, Cultura, Juventude e Desportos
MFP	Ministério de Finanças e do Plano
MpD	Movimento para a Democracia
NATO	North Atlantic Treaty Organization
OCDE	Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Económico

OGE	Orçamento Geral do Estado
ONU	Organização das Nações Unidas
OPEP	Organização dos Países Exportadores de Petróleo
PAICV	Partido Africano de Independência da Cabo Verde
PAIGC	Partido Africano de Independência da Guiné e Cabo Verde
PALOP	Países Africanos de Língua Oficial Portuguesa
PIB	Produto Interno Bruto
PNB	Produto Nacional Bruto
PROMEF	Projecto de Modernização de Educação e Formação
QUIBB	Questionário Unificado de Indicadores Básicos de Bem-Estar
RGPH	Recenseamento Geral da População e Habitação
SIDA	Síndrome da Imunodeficiência Adquirida
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SIGE	Sistema de Informação para a Gestão da Educação
SIPE	Informação para o Planeamento da Educação
SISED	Systèmes d'Informations Statistique sur l'Éducation
SUFLP	Stochastic Uncapacitated Facility Location Problem
TAB	Taxa de Acolhimento Bruta
TAL	Taxa de Acolhimento Líquida
TEB	Taxa de Escolarização Bruta
TEL	Taxa de Escolarização Líquida
UFLP	Uncapacitated Facility Location Problem
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
UNICEF	United Nations Children's Fund
Uni-CV	Universidade de Cabo Verde
UniPiaget	Universidade Jean Piaget de Cabo Verde
US	Universidade de Santiago

## Capítulo I – Introdução

---

### 1.1 Contextualização

A dinâmica mundial de crescimento e desenvolvimento dos países tem exigido a implantação de equipamentos de várias tipologias, quer sejam da esfera pública quer da esfera privada. Por outro lado, a distribuição espacial das actividades humanas que, em parte, deve orientar-se no sentido da satisfação das necessidades básicas das populações, representa actualmente motivo de preocupação para àqueles que estão implicados no planeamento e gestão do território na medida em que se verifica em muitos dos países uma grande concentração da população nas áreas urbanas. Estes aspectos inserem-se directa ou indirectamente no âmbito da teoria de localização.

A teoria da localização visa o estudo da forma como as unidades industriais, comerciais (grosso e retalho) e de serviços se localizam ou se devem localizar numa determinada área geográfica. No caso de se pretender localizar serviços – ou, mais precisamente, os equipamentos onde os serviços são prestados – está em questão saber como devem os utentes ser servidos de forma a otimizar algum critério (Love et al., 1988; Drezner, 1995; Daskin, 1995). Para Lorena (2001), os problemas de localização de equipamentos consistem na escolha de locais para instalar os mesmos atendendo ao conjunto de (potenciais) utentes (pontos de procura) distribuídos num dado espaço geográfico, e na determinação da atribuição dos utentes aos equipamentos.

Os problemas de localização, são para Jayaraman (1998) e Owen e Daskin (1998), um aspecto crítico no planeamento estratégico de entidades públicas e privadas, na medida em que geralmente envolvem decisões sobre grandes investimentos, sendo que algumas dessas decisões são difíceis de serem revertidas. Uma decisão sobre instalar uma escola num determinado local constitui um dos exemplos.

Os estudos sobre problemas de localização remontam ao século XVIII e as primeiras contribuições teóricas devem-se a Richard Cantillon e Johann Heinrich von Thünen. A estes autores seguiram-se durante a primeira parte do século XX Alfred Weber, Walter Christaller, August Lösch, Tord Palander, Harold Hotelling e Edgard Hoover, para citar apenas os mais influentes. A partir da década de 1960, o interesse no estudo dos problemas de localização cresceu substancialmente, sendo a teoria da localização objecto de um importante esforço de investigação em muitos países.

No entanto, ainda se assiste, em muitas sociedades e com uma certa frequência a utilização de técnicas empíricas baseadas na experiência da pessoa como decisor ou em técnicas não quantitativas para fazer a localização dos equipamentos que se pretendem instalar. É neste sentido e, com o agravamento da situação financeira em muitos níveis da administração pública, que surgiram técnicas quantitativas e modelos matemáticos que permitem ajudar na tomada de decisão quanto à melhor localização (Mendes, 2004).

Com o aparecimento dos primeiros modelos matemáticos e, essencialmente os baseados em optimização, foram realizados a partir da década de 1960 inúmeros trabalhos. Nos últimos anos, os referidos modelos têm sido utilizados no desenvolvimento de diversas áreas do conhecimento humano, como a física, a astronomia, a biologia, a agricultura, o planeamento e a hidrologia, tendo a sua aplicação constituído um importante instrumento de apoio ao processo de tomada de decisão. Estes modelos são hoje muitas vezes utilizados em conjunto com sistemas de informação geográfica (SIG), nomeadamente para organização dos dados dos problemas e visualização dos respectivos resultados.

A literatura que trata os problemas de localização é extremamente vasta, sendo diversas as metodologias introduzidas para analisar a localização de equipamentos/serviços existentes e localizar novos equipamentos (Owen e Daskin, 1998; Current et al, 2002; ReVelle e

Eiselt, 2005). Sendo assim, haverá necessidade de definir correctamente o referencial teórico que sustentará a análise e a posterior execução dos procedimentos mais adequados. Actualmente, o contexto e os objectivos relacionados com a problemática da localização dos equipamentos do sector público têm principalmente a ver com a qualidade dos serviços oferecidos e a minimização dos custos necessários para garantir o bom funcionamento dos mesmos. Um dos sectores públicos visados nesta problemática é o da educação, dada a necessidade de decidir sobre a melhor localização para a instalação dos seus equipamentos (escolas, jardins de infância, etc.), de acordo os níveis de ensino. A localização adequada dos equipamentos educativos e a atribuição dos alunos aos equipamentos são problemas importantes enfrentados pelo sector público da educação.

As decisões relativas à localização de uma escola são consideradas extremamente estratégicas e, por isso, fazem parte do processo de planeamento uma vez que influenciam o desenvolvimento e a evolução do sistema educativo. Tais decisões devem ser precedidas de um minucioso estudo considerando vários factores designadamente os factores geográficos, demográficos, económicos, entre outros, a fim de atingir determinados objectivos tais como maximizar o acesso, minimizar os custos (garantindo uma boa cobertura), etc. Neste sentido, é fundamental que a decisão seja suportada por uma metodologia científica, tirando assim o carácter meramente pessoal e intuitivo do decisor.

## 1.2 Justificação e motivação na escolha do tema

Não obstante os recentes esforços desenvolvidos pelo Governo de Cabo Verde, no sentido de melhorar a rede educativa nos diversos municípios do país, muitos problemas ainda persistem no sector da educação e precisam ser seriamente atacados no futuro próximo, principalmente no que diz respeito à localização e gestão de equipamentos educativos. Os recentes discursos dos responsáveis pela educação, no âmbito da abertura do ano lectivo 2009/10, apontam para um total de 150 mil estudantes a frequentarem os três níveis de ensino: pré-escolar, básico e secundário.

Segundo dados do Censo 2000, divulgados pelo Instituto Nacional de Estatística em 2002, a taxa de urbanização em Cabo Verde era de 54% em 2000, depois de ser 46% em 1990. Santiago, a maior ilha do país e onde está situada a capital, tinha também uma taxa de urbanização de 54% em 2000. Estes dados evidenciam um rápido crescimento da concentração da população cabo-verdiana em áreas urbanas, e explicam a necessidade de investir no processo de planeamento no sentido de proporcionar à população uma distribuição equilibrada de infra-estruturas básicas, como é o caso de escolas, postos de saúde, etc. Outro factor importante é a quantidade considerável de recursos indispensáveis para a implantação e manutenção destes serviços.

Relativamente ao sector da educação, foi registado no início da década de 1990 um forte crescimento da população em idade escolar em Cabo Verde, resultante sobretudo do alargamento da escolaridade básica obrigatória de 4 para 6 anos, uma das medidas implementadas no âmbito da Reforma do Sistema Educativo. Esta forte expansão não foi devidamente acompanhada com políticas educativas adequadas designadamente no que tange à formação de professores e à melhoria da rede educativa visto que ainda hoje existe uma significativa percentagem de docentes sem formação pedagógica e a rede educativa padece de sérios problemas de localização. Segundo o Plano Nacional de Acção de Educação para Todos elaborado em 2002, verifica-se ainda uma grande penúria de professores qualificados para leccionarem determinadas fases do ensino básico ou ciclos/áreas do ensino secundário. As assimetrias existentes na qualidade de oferta educativa são também motivadas, quer pela existência de um número excessivo de salas alugadas ou cedidas para fins educativos sem o mínimo de condições, quer pela existência de turmas funcionando em regime de tresdobramento (em que o equipamento educativo é utilizado três vezes no mesmo dia por turmas diferentes) em municípios onde a falta de salas de aula é ainda significativa.

Neste contexto, e visando dar uma maior cobertura a essa grande procura educativa, os vários orçamentos, programas, projectos e acordos de cooperação efectivados pelo Governo de Cabo Verde, com base em donativos ou empréstimos de parceiros internacionais incluíram quase sempre planos de construção escolar. A implementação desses planos, que deve estar integrada num processo global de planeamento da rede

educativa, não tem tido a preocupação de definir e incorporar critérios relacionados com a localização desses equipamentos educativos, independentemente da procedência e/ou do tipo do financiador.

Geralmente, o processo de planeamento e gestão da rede escolar em Cabo Verde tem sido efectuado com base em simples trabalhos de projecção da população demográfica em idade escolar e na determinação das necessidades globais de construção por zonas, trabalhos esses integrados num único documento, normalmente designado por Carta Escolar. O Gabinete de Estudos e Planeamento (GEP) do Ministério da Educação apresentou para discussão com os responsáveis concelhios da educação no dia 5 de Junho de 2009 mais uma versão da Carta Escolar de Santiago e Maio. Este trabalho recente ainda não envolve uma abordagem adequada aos problemas de localização. Por outro lado, é pura verdade que ainda existem situações em que a decisão sobre o encerramento de uma escola ou a localização de uma nova tem sido tomada de forma empírica ou resultante de promessas e compromissos eleitorais dos actores políticos.

Como já foi referido, a elaboração da Carta Escolar constitui para os técnicos dos serviços centrais de planeamento da educação um importante instrumento de planeamento, instrumento utilizado como suporte imprescindível para a solicitação de qualquer de financiamento de construção escolar. Muitas assistências técnicas internacionais tiveram lugar em Cabo Verde e várias acções de formação em planeamento da educação foram recebidas pelos técnicos cabo-verdianos no exterior. No entanto, não foram direccionadas para o desenvolvimento de modelos de localização de equipamentos educativos.

Anualmente, nas reuniões do Conselho Alargado do Ministério da Educação, em que participam todos os responsáveis dos serviços educativos para discutirem questões do sector – em particular, o balanço do ano lectivo e as perspectivas para o ano subsequente – surgem apreciações na maior parte das vezes desfavoráveis dos agentes educativos sobre os trabalhos de planeamento, incorrendo sobre questões de localização, dimensão e necessidade de escolas. Por exemplo, vários responsáveis dos serviços desconcentrados da educação, sobretudo os que estão sedeados nos municípios, têm solicitado anualmente a construção de escolas novas, quando a maioria deles tem escolas fechadas em outras

localidades devido à falta de alunos. Como é sabido, a construção de escolas apresenta custos económicos e sociais bastantes elevados, correspondendo por isso a importantes decisões estratégicas. Acresce ainda o facto de que, frequentemente, a vida útil dos equipamentos em causa tem sido limitada, seja devido à deficiente inserção na malha urbana, seja pelo fraco cuidado com a respectiva manutenção (incluindo por parte da comunidade que deles beneficia).

A não utilização dos modelos de localização de equipamentos educativos para apoiar a resolução destes problemas tem-se apresentado como uma das principais deficiências dos trabalhos de planeamento educativo realizados em Cabo Verde.

Neste contexto, dada a grande concentração da população em áreas urbanas e a pressão que daí advém sobre os equipamentos educativos em Cabo Verde, as lacunas existentes ao nível do planeamento educativo são um motivo de grande preocupação para quem, como o autor desta tese, nele esteve envolvido durante quase uma década enquanto técnico superior e também enquanto dirigente. Estas situações levaram-nos a questionar sobre a adequação dos procedimentos metodológicos utilizados, o que acabou por nos levar à escolha e desenvolvimento deste tema.

### 1.3 Relevância do tema

A problemática do planeamento e gestão de redes de equipamentos educativos e, em geral, de todos os principais equipamentos colectivos, tem sido objecto de um importante esforço de investigação em muitos países. Uma parte importante dessa atenção tem sido dirigida ao desenvolvimento de modelos de optimização destinados a apoiar os processos de tomada de decisão relativos à localização e capacidade dos equipamentos, e à atribuição dos utentes aos equipamentos. A maioria dos trabalhos nessa área surgiu a partir da década de 1960, estando a ser dada uma crescente atenção pelas entidades públicas e privadas à questão da localização em problemas relacionados com o planeamento de equipamentos.

Segundo Current et al. (2002), a importância deste tema ao longo do tempo é resultado de um conjunto de factores. Em primeiro lugar, as decisões de localização de instalações são

tomadas nos mais diversos níveis das organizações humanas: organizações industriais, entidades governamentais, agências internacionais, entre outras. Em segundo, porque estas decisões frequentemente são de natureza estratégica, envolvendo elevados meios financeiros e tendo um efeito económico de longo prazo. No sector privado, estas decisões podem proporcionar maior competitividade a uma empresa, enquanto no sector público influenciam a eficiência e/ou qualidade dos serviços prestados, nas áreas da educação, da saúde, das finanças e da justiça, entre outras. Outro factor relevante para o desenvolvimento deste tema é a dificuldade extrema na resolução de problemas de localização, em termos óptimos.

No entanto, importa reconhecer que os referidos modelos acabam por ser menos utilizados na prática do que poderiam e deveriam ser. Tal acontece essencialmente por duas ordens de razões:

- A falta de realismo – advém sobretudo do facto de os modelos tratarem a procura de equipamentos de forma excessivamente simplista, na medida em que normalmente a assumem como sendo conhecida sem incerteza, independente da qualidade dos serviços prestados pelos equipamentos e rígida relativamente à distância a que os utentes se encontram dos equipamentos.
- A falta de operacionalidade – resulta de os modelos não estarem disponíveis para utilização através de programas interactivos e conviviais, nomeadamente baseados na tecnologia dos sistemas de informação geográfica, do tipo daqueles que existem, por exemplo, para o planeamento e gestão de transportes.

A localização dos equipamentos educativos tem merecido considerável atenção dos investigadores, face às necessidades demonstradas pelos agentes envolvidos no planeamento e administração do sistema educativo (O'Brien, 1969; Maxfield, 1972; Henig e Gerchak, 1986; Ferland e Guénette, 1990; Pizzolato e Silva, 1997; Antunes e Peeters, 2000; Teixeira e Antunes, 2008; Müller et al., 2009).

## 1.4 Objectivos de investigação

Com o intuito de responder às questões e preocupações identificadas anteriormente, definimos os seguintes objectivos gerais:

- Desenvolver modelos de planeamento de redes de equipamentos educativos (ensinos básico e secundário) realistas e operacionais para a ilha de Santiago em Cabo Verde.
- Contribuir para a realização de estudos relativos à modelação de redes, utilizando tecnologias dos SIGs, de forma a apoiar o processo de tomada de decisão sobre a localização de equipamentos educativos em Cabo Verde.

Mais especificamente, foram considerados os seguintes objectivos:

- Caracterizar o sistema educativo cabo-verdiano no período pós-independência, com maior incidência a partir da década de 1990.
- Identificar o referencial teórico para os modelos de localização de equipamentos.
- Elaborar uma proposta de localização de escolas básicas no município de Santa Cruz da ilha de Santiago para 2015 considerando três critérios:
  - satisfazer a procura educativa esperada;
  - maximizar a acessibilidade às escolas;
  - minimizar o investimento em matéria de construção escolar.
- Elaborar uma proposta de localização de escolas secundárias para a ilha de Santiago.
- Propor um modelo conceptual que integre os sistemas de informação geográfica no processo de planeamento da educação.

## 1.5 Enquadramento metodológico

A realização deste trabalho suportou-se em vários procedimentos metodológicos que se descrevem sucintamente a seguir:

- Análise do sistema educativo cabo-verdiano – efectuada com base em consulta documental sobre o sistema educativo cabo-verdiano após a independência em 1975, e com base em informações gerais acerca do país, particularmente as que retratam as grandes mutações ocorridas em Cabo Verde.
- Fundamentação teórica – efectuada com base na revisão da vasta bibliografia existente sobre a problemática do planeamento de equipamentos colectivos, salientando principalmente a evolução que esta sofreu até aos dias de hoje. Esta revisão destina-se, nomeadamente, a clarificar e aprofundar os conhecimentos relativos a modelos de localização e respectivos métodos de resolução.
- Desenvolvimento e aplicação de modelos de planeamento para as escolas básicas do município de Santa Cruz e para as escolas secundárias da ilha de Santiago, tendo por base técnicas de optimização.
- Integração dos SIGs no planeamento da educação – efectuada com base no programa ArcGIS. O resultado é um sistema conceptual designado Sistema de Informação para o Planeamento da Educação (SIPE) em Cabo Verde. São definidos os elementos constituintes do sistema, o fluxo de informação e o módulo de dados que irá fornecer e actualizar o SIPE. Contém ainda os procedimentos de cálculos dos vários indicadores educativos.

## 1.6 Estrutura da tese

O conteúdo desta tese, que se relaciona naturalmente de forma directa com o enquadramento metodológico anterior, está organizado nos seguintes capítulos:

### Capítulo I – Introdução

São apresentadas a contextualização da problemática em estudo, a justificação e a motivação para o seu tratamento, e a relevância do tema indicando os factos e as tendências marcantes do cenário mundial que contribuem para o aumento do grau de importância das questões do planeamento de redes de equipamentos colectivos, e particularmente da rede educativa, assim como a definição dos objectivos para a realização desta tese. Também estão incluídas neste capítulo, a metodologia, a estrutura da tese e as limitações encontradas durante a respectiva elaboração.

### Capítulo II – Evolução do Sistema Educativo em Cabo Verde

É caracterizado o sistema educativo de Cabo-Verde e sua evolução desde 1975, incidindo particularmente a partir da década de 1990. Uma breve análise da situação socioeconómica do país, apontando os principais marcos ocorridos após a independência, também integra este capítulo de forma a fazer o enquadramento geral. É analisado o estado do sector educativo cabo-verdiano, a sua evolução e as principais mutações, referindo sempre os aspectos relacionados com o planeamento de equipamentos educativos.

### Capítulo III – Fundamentação teórica

São abordados os conceitos relacionados com o planeamento de equipamentos colectivos, com a teoria de localização, com os modelos de optimização utilizados como suporte às decisões de planeamento. As formulações matemáticas de alguns dos principais modelos existentes na literatura especializada são também referidas assim como os modelos especificamente utilizados nos problemas estudados na presente tese. Apresentamos resumidamente vários estudos que envolvem a utilização de modelos de localização de equipamentos educativos, e que, portanto, se relacionam directamente com esta tese. Por fim, descrevemos os aspectos relacionados com os sistemas de informação geográfica.

### Capítulo IV – Planeamento de escolas básicas no município de Santa Cruz

É apresentado um estudo desenvolvido no município de Santa Cruz com o fito de ajudar na identificação da melhor configuração para a rede educativa do ensino básico nesse

município para o horizonte de 2015. Os objectivos estratégicos deste estudo centram-se na satisfação da procura educativa no ano-horizonte, na maximização da acessibilidade e na minimização do investimento em construções escolares. Neste estudo são utilizados modelos de optimização cujas soluções são analisadas em termos da adequação à realidade de Cabo Verde.

#### Capítulo V – Planeamento de escolas secundárias na ilha de Santiago

É apresentado um estudo sobre a rede de escolas secundárias no sentido de satisfazer a procura educativa do ensino secundário na ilha de Santiago em 2015. O objectivo é a maximização da acessibilidade. O estudo inclui: a caracterização socioeconómica da ilha de Santiago e da procura educativa; a análise da situação actual da rede escolar do ensino secundário na referida ilha; a definição do modelo de planeamento; a resolução do modelo de planeamento com um algoritmo de entropia cruzada (*cross entropy*); e a análise dos resultados do modelo.

#### Capítulo VI – Integração dos SIGs no planeamento da educação

É estudada a integração dos sistemas de informação geográfica (SIGs) no processo de planeamento da educação. É desenvolvido um Sistema de Informação para o Planeamento da Educação (SIPE). O SIPE irá fornecer basicamente informações e soluções que permitam apoiar o processo de tomada de decisão no que se refere ao planeamento e gestão de equipamentos educativos em Cabo Verde.

#### Capítulo VII – Conclusão

São descritas as ilações extraídas dos vários capítulos, as contribuições da tese, as áreas para o desenvolvimento de futuras investigações sobre o tema e sobre o processo de planeamento da educação em Cabo Verde, assim como as sugestões e recomendações desta tese.

## 1.7 Limitações e constrangimentos

O autor de qualquer trabalho de carácter científico normalmente depara-se com limitações e/ou constrangimentos que surgem desde a escolha do tema até o desenvolvimento integral do trabalho. Ao longo destes anos de investigação surgiram algumas limitações e dificuldades, das quais destacamos as seguintes:

- A determinação do âmbito geográfico do trabalho de campo constituiu tarefa difícil e complexa. A descentralização em Cabo Verde foi iniciada em 1991 mas os municípios têm tido vários problemas: de um lado, nem todos os gabinetes técnicos municipais têm disponíveis mapas digitalizados e, de outro, as sucessivas alterações na lei de criação dos municípios têm colocado problemas de definição dos limites geográficos de certos municípios.
- A inexistência de projecções demográficas por zona foi outra limitação encontrada. Os dados definitivos disponíveis referem-se ao Recenseamento Geral da População e Habitação em Cabo Verde realizado em 2000. As projecções demográficas existentes referem-se aos totais por ilha e município, não abrangendo as outras divisões administrativas designadamente freguesias e zonas.
- A recente implementação do ensino superior em Cabo Verde tem sido direccionada praticamente para as vertentes ensino e aprendizagem. Considerando que, neste nível, não se faz ensino de qualidade sem investigação, poucos foram os contributos recebidos da parte das instituições nacionais de ensino superior em termos de investigação relacionada com a matéria desta tese.
- Não foi possível encontrar trabalhos ou estudos científicos relacionados com os problemas de localização de equipamentos educativos nem em Cabo Verde nem nos outros Países Africanos de Língua Oficial Portuguesa (PALOP) que nos permitissem discutir as metodologias utilizadas e/ou comparar os resultados.

## Capítulo II – Evolução do Sistema Educativo

---

Neste capítulo, apresentamos a evolução do sistema educativo cabo-verdiano desde 1975 até os nossos dias, incidindo particularmente a partir da década de 1990. Entretanto, para um melhor enquadramento desta evolução, faremos no início deste capítulo uma breve caracterização de Cabo Verde.

## 2.1 Contextos geográfico, político-administrativo e demográfico

### 2.1.1 Contexto geográfico

Descoberto por navegadores portugueses em 1640, Cabo Verde é um pequeno país africano de origem vulcânica, com uma superfície de 4033 km<sup>2</sup>, situado no Oceano Atlântico, a cerca de 450 km da costa oeste africana, entre os paralelos 14° e 17° (norte) e os meridianos 20° e 25° (oeste), na direcção do Senegal e do promontório africano de onde lhe veio o nome.

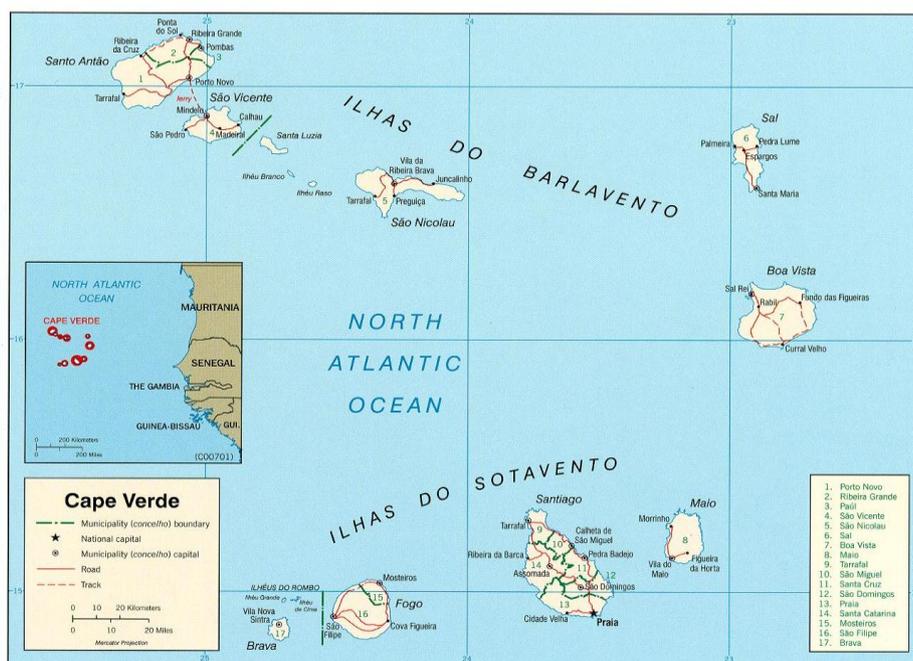


Figura 2.1 – Mapa de Cabo Verde

O Arquipélago de Cabo Verde [Figura 2.1] é constituído por dez ilhas e vários ilhéus desérticos dispostos em dois grupos em função do seu posicionamento e em relação aos ventos dominantes: Barlavento (Santo Antão, São Vicente, Santa Luzia, São Nicolau, Sal e Boavista) e Sotavento (Maio, Santiago, Fogo e Brava). As ilhas são na maioria montanhosas e rochosas, exceptuando-se as ilhas mais orientais (Sal, Boavista e Maio) que têm topografias muito suaves, com predomínio de áreas planas, e são as mais próximas do

continente africano. A ilha de Santiago é a maior ilha (991 km<sup>2</sup>). Santa Luzia, com 35 km<sup>2</sup>, é a única ilha inabitada de Cabo Verde.

Quanto à altitude, o Pico do Fogo situado na ilha do Fogo, com 2.829 metros, é o pico mais alto de Cabo Verde. Topo de Coroa (1.979 metros) em Santo Antão e Monte Pico d'Antónia (1392 metros) em Santiago são também outros pontos de altitude elevada. Os recursos naturais são raros e os solos na sua maioria esqueléticos e pobres em matéria orgânica. Apenas 10% das terras são potencialmente aráveis. O clima é quente, tropical seco, com chuvas irregulares provocando prolongados períodos de seca. A cobertura vegetal é pobre devido aos efeitos conjugados do fraco nível de humidade, da erosão torrencial e também da acção do homem. Devido à influência das brisas marítimas, a temperatura média anual ronda entre 24°C e 25°C. A humidade do ar varia entre 65% e 80%, podendo em certas zonas do país e durante a madrugada atingir os 95%. As precipitações são geralmente fracas em todo o país, e mesmo nas zonas mais montanhosas a precipitação média anual não ultrapassa os 300 milímetros.

### 2.1.2 Contexto político-administrativo

Cabo Verde foi colónia portuguesa por cinco séculos. A sua independência foi declarada a 5 de Julho de 1975. Até 1991, o país foi governado pelo partido único, de cunho socializante, sob a égide do Partido Africano de Independência da Guiné e Cabo Verde (PAIGC) que, em 1980, passou a ser designado por Partido Africano de Independência de Cabo Verde (PAICV). Em Fevereiro de 1990, Cabo Verde tornou-se um estado democrático.

As primeiras eleições livres e pluralistas tiveram lugar a 13 de Janeiro de 1991, tendo o país optado pelo sistema de parlamentarismo. Essas eleições levaram ao poder o Movimento para a Democracia (MpD). Neste contexto, surgiu em 1992 a nova Constituição considerando Cabo Verde como sendo uma República soberana, unitária e democrática que garante o respeito pela dignidade humana e reconhece a inviolabilidade e inalienabilidade dos Direitos do Homem como fundamento de toda a comunidade humana,

da paz e da justiça. Cabo Verde é uma história de sucesso entre as nações africanas visto que, entre outros aspectos, geriu de forma pacífica a transição para a democracia.

Deste então, profundas mudanças têm sido registadas em termos de democratização, alternância política, descentralização e envolvimento da sociedade civil. As eleições legislativas de 2001 reconduziram o PAICV ao poder. Devido à implementação de reformas e à estabilidade social e política, o país foi conseguindo um crescimento económico sustentado a partir dos anos noventa. Por outro lado, sucessivos governos têm sido caracterizados por uma boa governação e uma gestão eficiente da ajuda pública ao desenvolvimento, assegurando um bom nível de investimento no sector social (mais de 20% das despesas públicas anuais).

Administrativamente, antes de 2005, o país contava com 17 municípios dos quais 6 em Santiago (Praia, Santa Catarina, Tarrafal, Santa Cruz, São Domingos e São Miguel), 3 em Santo Antão (Paul, Porto Novo e Ribeira Grande), 2 no Fogo (São Filipe e Mosteiros) e 1 em cada uma das restantes ilhas. A descentralização foi iniciada em 1991 para acompanhar o processo de democratização. Os municípios são dotados de poder autónomo conferido pela Constituição, e têm vindo a desempenhar um papel cada vez mais relevante no desenvolvimento local, nomeadamente através da cooperação bilateral e das geminações com municípios estrangeiros. No primeiro semestre de 2005 foi aprovada pela Assembleia Nacional cabo-verdiana a constituição de cinco novos municípios, passando o país a contar com 22 municípios: mais 3 em Santiago (São Salvador do Mundo, São Lourenço dos Órgãos e Ribeira Grande de Santiago), mais 1 no Fogo (Santa Catarina do Fogo) e mais 1 em São Nicolau (Tarrafal de São Nicolau).

A Cidade da Praia, situada na ilha de Santiago, é a capital do país. Até Julho de 2010, existiam em Cabo Verde as seguintes cidades: Mindelo (município de São Vicente), Assomada (município de Santa Catarina na ilha de Santiago), São Filipe (município de São Filipe na ilha do Fogo), Mosteiros (também na ilha do Fogo) e Porto Novo, anteriormente designada Carvoeiros (município do Porto Novo da ilha de Santo Antão). Com a entrada em vigor da Lei n.º77/VII/2010 de 23 de Agosto, que eleva à condição de cidades todas as sedes dos municípios, surgiram mais 18 cidades em Cabo Verde.

A língua oficial de Cabo Verde é o Português, usado nas escolas, nas administrações e nas publicações. A língua utilizada pela generalidade da população no dia-a-dia é o crioulo cabo-verdiano. Na revisão constitucional de 1999, o Governo de Cabo Verde foi mandatado para criar as condições necessárias com vista à oficialização da língua cabo-verdiana, através do artigo 9º, no ponto 2: “O Estado promove as condições para a oficialização da língua materna cabo-verdiana, em paridade com a língua portuguesa”. Há uma resolução governamental de 2005 que advoga novamente a oficialização do crioulo.

### 2.1.3 Contexto demográfico

Segundo o Recenseamento Geral da População e Habitação (RGPH) realizado em 2000 pelo Instituto Nacional de Estatística, Cabo Verde contava com 434.624 habitantes residentes, dos quais 51,9% mulheres (INE, 2002). A população com menos de 25 anos era de 61,8%, 29,3% entre 25 e 59 anos e 8,6% com 60 anos e mais (68,7% com idade inferior a 30 anos), o que permite afirmar que a população cabo-verdiana é maioritariamente jovem, colocando, por isso, uma forte pressão sobre os sistemas de educação, saúde e formação profissional, e sobre o mercado de trabalho. As pirâmides de idades, a seguir apresentadas, mostram de forma clara a distribuição e a evolução relativa da população de 1990 a 2000.

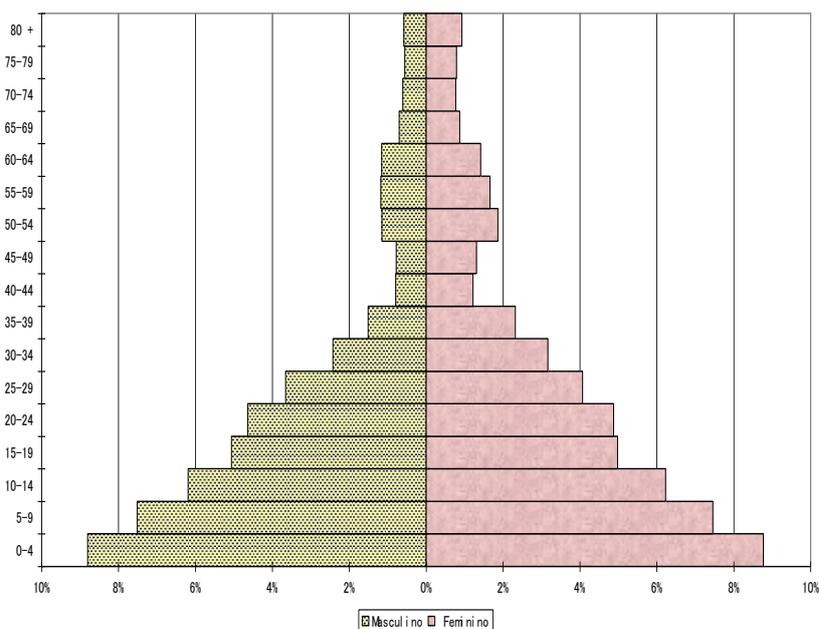
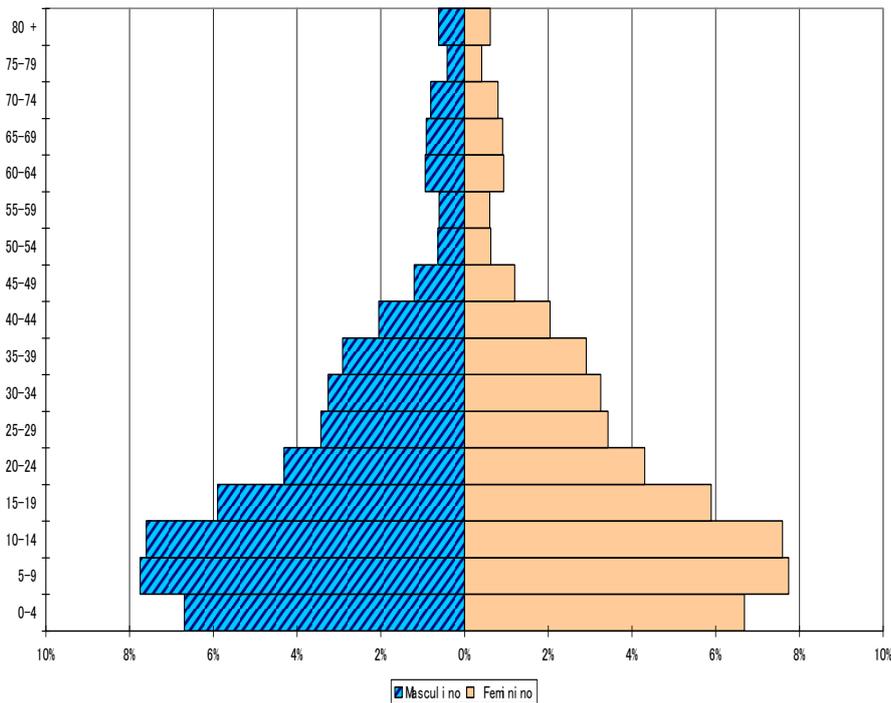


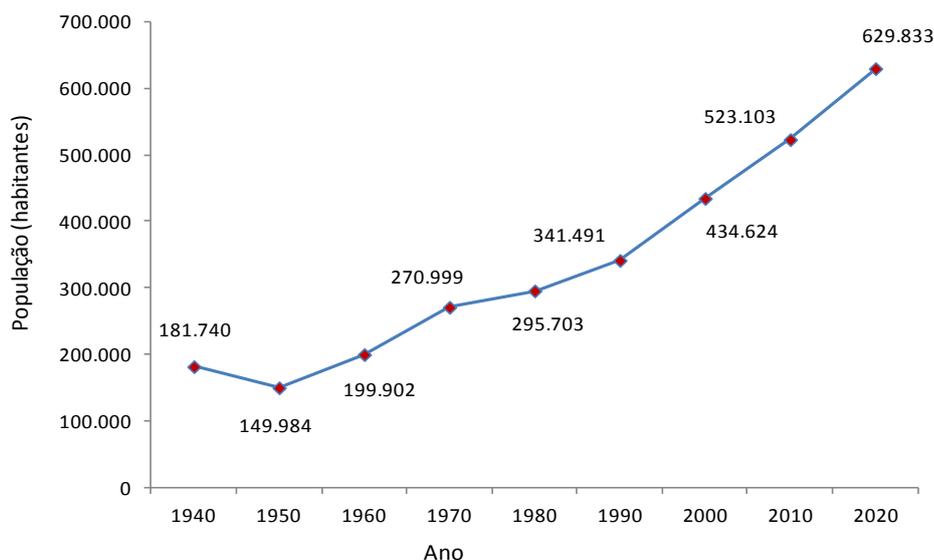
Figura 2.2 – Pirâmide de idades de 1990



**Figura 2.3 – Pirâmide de idades de 2000**

Na faixa etária dos 0-4 anos [Figuras 2.2 e 2.3] a pirâmide referente a 2000 apresenta uma base mais estreita do que a de 1990, reflectindo nitidamente a diminuição das taxas de natalidade e mortalidade verificadas nos últimos anos. No grupo etário 5-19 anos, foi registado um crescimento considerável (48.410 habitantes, 3,3% ao ano).

Entre 1990 e 2000 a densidade populacional passou de 85,7 para 107,1 habitantes/km<sup>2</sup> e a taxa de urbanização de 46 para 54%. Em 2000, as ilhas de Santiago, São Vicente, Santo Antão e Fogo concentravam cerca de 90% da população do país. Mais de metade residiam em Santiago (54%) e cerca de ¼ na capital cabo-verdiana. Nos últimos 60 anos [Figura 2.4] a população cresceu, em média, de 1,5% ao ano e conheceu períodos de grandes oscilações devido às calamidades, secas, fomes, epidemias e emigração. Entre 1940 e 1950 foi registada uma variação anual negativa (-1,9). A partir dessa data, registaram-se variações anuais positivas: 2,9% de 1950 a 1960, 3,1% de 1960-70, 1,5% de 1980-1990 e 2,4% entre 1990-2000. O aumento da população residente nas duas últimas décadas é atribuído à redução da emigração. A Figura 2.4 apresenta a evolução da população cabo-verdiana residente de 1940 a 2000 e as projecções para 2020.



**Figura 2.4 – Evolução da População de 1940 a 2010**

Fonte: INE

As projecções apresentadas na Tabela 2.1 mostram que a taxa de urbanização poderá aproximar-se dos 61,0% em 2010, sendo que São Vicente (95,7%), Praia (91,9%) e Sal (90,0%) continuarão a ser os principais municípios urbanos do país.

**Tabela 2.1 – Estimativa da população para 2005 e projecção para 2010**

Município	2005			2010		
	Total	Urbano	Rural	Total	Urbano	Rural
Ribeira Grande	21.343	22,5	77,5	20.924	22,5	77,5
Paul	8.280	21,5	78,5	8.108	21,5	78,5
Porto Novo	17.861	47,4	52,6	18.570	50,0	50,0
São Vicente	74.136	94,7	5,3	82.127	95,7	4,3
São Nicolau	13.310	41,7	58,3	12.816	43,0	57,0
Sal	17.631	89,9	10,1	20.924	90,0	10,0
Boa Vista	5.398	49,0	51,0	6.800	50,0	50,0
Maio	7.506	42,3	57,7	8.370	45,0	55,0
Tarrafal	21.403	32,9	67,1	25.632	33,3	66,7
Santa Catarina	54.757	21,8	78,2	60.157	29,0	71,0
Santa Cruz	36.163	29,6	70,4	39.756	33,3	66,7
Praia	123.078	90,7	9,3	142.546	91,9	8,1
São Domingos	13.838	13,5	86,5	14.385	15,0	85,0
São Miguel	16.922	32,0	68,0	17.786	33,0	67,0
Mosteiros	9.706	4,3	95,7	9.939	4,5	95,5
São Filipe	28.155	34,0	66,0	28.248	39,8	60,2
Brava	6.462	27,4	72,6	6.016	27,4	72,6
<b>Cabo Verde</b>	<b>475.948</b>	<b>57,3</b>	<b>42,7</b>	<b>523.103</b>	<b>60,7</b>	<b>39,3</b>

Fonte: INE

## 2.2 Contexto socioeconómico

### 2.2.1 Contexto social

O Relatório da Organização das Nações Unidas (ONU) de 2000 sobre o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) colocou Cabo Verde no 91º lugar, depois de ter estado em 105ª posição em 1995 e 114ª em 1990, conhecendo assim uma subida de 23 lugares, no *ranking* de 174 países de todos os continentes. Em 2003, o IDH era de 0,670. Passou para 0,717 em 2004 e para 0,721 em 2005 (DGP, 2008). O Relatório da ONU de 2008/09 apresenta para 2007 um IDH de 0,736, ocupando Cabo Verde a 102ª posição em termos mundiais. O PIB *per capita* estimado para 2006 ronda os US\$7.904. Em 2006, a esperança de vida à nascença situou-se em 72,3 anos, tendo-se situado em 70,4 anos no ano anterior. Estes indicadores revelam nitidamente que o desenvolvimento de Cabo Verde, tanto a nível económico como social, nos últimos anos é notório.

Segundo o Relatório do Banco Mundial em 2004 que apresenta o diagnóstico da pobreza em Cabo Verde, progressos significativos foram alcançados na educação, mas a um custo orçamental relativamente elevado. Este progresso é explicado pela elevada taxa de escolarização líquida na educação básica (96% na década de 1990) e redução significativa da taxa de analfabetismo (de 38% para 25,2% entre 1990 e 2000). Por outro lado, uma maior eficiência é requerida no uso dos recursos existentes e especialmente na redução do *gap* das despesas por estudante entre os níveis dos ensinos básico e secundário.

Quanto ao sector da saúde, passos significativos foram dados incluindo o controlo e a erradicação de muitas doenças contagiosas. A taxa de fecundidade tem vindo a decrescer, estando agora em menos de metade da que era há 20 anos. Em 1988, a taxa de fertilidade era de sete filhos por mulher. Dez anos depois, em 1998, passou para 4 filhos por mulher. Em 2008, 20 anos depois, esta taxa situa-se em 2,9 filhos por mulher. A utilização de métodos contraceptivos modernos, que começou em 1977 em Cabo Verde, tem em 2005 uma taxa de utilização de 44%. Em relação ao Síndrome da Imunodeficiência Adquirida (SIDA) e, de acordo com os dados do IIº Inquérito Demográfico de Saúde Reprodutiva em

2005, a prevalência tem vindo a diminuir, estando em 0,8%. Ao contrário de muitos de vizinhos africanos, Cabo Verde tem uma baixa incidência de SIDA, e de uma forma geral, melhores indicadores de saúde. Em matéria de despesas, a maioria dos custos de educação e saúde é ainda assumida pelo Estado.

Os avanços registados no sector da educação têm tido resultados positivos no campo da saúde reprodutiva: o abandono escolar decresceu de 6,4% para 2,2% entre 1990 e 1997 reduzindo a gravidez precoce, retardando o início da vida familiar precoce, etc., que eram frequentes nas meninas das zonas rurais.

Na elaboração de novos planos de estudo, programas e materiais didácticos foram introduzidos conteúdos de Educação em Matéria da População e de Educação para a Vida Familiar nos *curricula* do ensino formal a nível do ensino básico e, no ensino secundário foi introduzida a disciplina de Formação Pessoal e Social com vista a fornecer aos alunos um maior conhecimento das questões relativas à sexualidade e à saúde reprodutiva.

Em Cabo Verde, um dos factores determinantes da pobreza é o desemprego. A percentagem da população pobre diminuiu de 49% em 1988-89 para 37% em 2001-02, situando-se em 24,9% em 2006 (DGP, 2008). Apesar desta diminuição, considera-se que os níveis de pobreza ainda continuam elevados, com maior incidência no meio rural, reflectindo a fragilidade da economia cabo-verdiana. Relativamente ao desemprego, entre 1990 e 2003, a taxa de desemprego passou de 25,2% para 17,4%. Esta situação atinge principalmente os jovens entre os 15 e 25 anos e as mulheres que constituem, respectivamente, cerca de 48% e 68% dos desempregados.

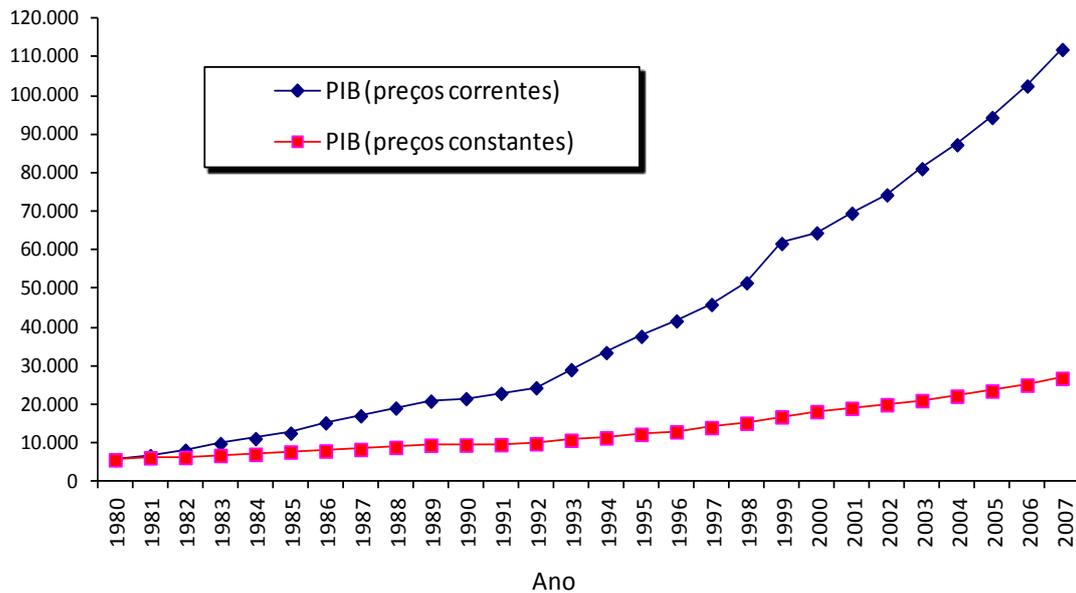
A taxa de pobreza humana que traduz a privação em matéria de esperança de vida, de rendimento, de educação, de alfabetização e em outros domínios, baixou de 28,8% em 1990 para 17,7% em 2002. De acordo com o Relatório de Diagnóstico da Pobreza e, em termos de desigualdade e previdência social, a desigualdade aumentou, com o índice de *Gini* subindo de 50,17 em 1988/89 para 52,83 em 2001/02 (BM, 2004). Por exemplo, cerca de 20% da população consome somente 4,16% do consumo total, enquanto os 10% do topo contabilizam o consumo de cerca de 43%.

A educação é tida como o principal factor determinante da pobreza em Cabo Verde e também a principal porta de saída da pobreza (MFP, 2002). Os indicadores de pobreza indicam uma forte correlação negativa entre o nível de instrução e a pobreza. A probabilidade de ser pobre aumenta grandemente em relação inversa ao nível de instrução. A incidência da pobreza reduz-se para metade quando se passa da população analfabeta para uma população com nível de instrução primária. A infra-estruturação, designadamente electricidade, transporte, telecomunicações, água, saneamento e ambiente, tem tido impacto directo quer na qualidade de vida das famílias quer na actividade económica e, por outro lado, tem vindo a ocupar uma posição relevante na estratégia de crescimento e redução da pobreza em Cabo Verde.

### 2.2.2 Contexto económico

Desde a ascensão à independência em 1975, a performance macroeconómica de Cabo Verde é considerada satisfatória. Conheceu períodos de forte crescimento económico, caracterizado por uma média de crescimento real do PIB da ordem dos 6% ao ano (10% entre 1975-85, cerca de 4,5% nos anos 90 e acima dos 5,5% entre 2001-2006), por contas externas em equilíbrio, e por uma inflação na ordem dos 4 a 5% até 1988 e menos de 2,5% entre 2001-2006.

Se na data da independência, o PIB real *per capita* era de US\$190, em 1990 passou para US\$902 e para US\$1420 em 2002. Com um crescimento demográfico de 2,4% entre 1990 e 2000, o PIB *per capita* aumentou em média de 3,9% entre 1992 e 2000, estando previsto que seja de 7,8% em 2008 e de 8,4% em 2009 (DGP, 2008). A taxa de crescimento estável do Produto Nacional Bruto atingiu mais de 10% em 2006. A Figura 2.5 ilustra a evolução do PIB de 1980 a 2007.



**Figura 2.5 – Evolução do PIB entre 1990 e 2007**

(em milhares de contos, valor real entre 1980-2000 e estimado a partir de 2007)

Fonte: INE

Com as transformações políticas de 1991, o país optou por uma economia de mercado de base privada, introduzindo reformas do sector empresarial do estado e dos sistemas fiscal, financeiro e administrativo criando, assim, um ambiente empresarial favorável à promoção do investimento directo estrangeiro e, de uma maneira geral, conferindo novo papel ao sector privado. Os governos subsequentes deram continuidade à política de redução do papel do estado na economia e estabeleceram prioridades visando a melhoria da educação, e a redução da pobreza e do desemprego. Introduziram novas legislações e reformas, que ainda precisam ser melhoradas e implementadas na sua globalidade, em vários aspectos relacionados com o investimento estrangeiro, a privatização e os serviços bancários *off-shore*. Outro aspecto que importa realçar prende-se com a forte procura de apoio tanto bilateral como multilateral dos doadores para melhorar as infra-estruturas, os serviços e o desenvolvimento humano.

De acordo com os dados evolutivos do PIB [Figura 2.5] a partir de 1992 a riqueza nacional produzida retomou o crescimento médio anual tendo ultrapassado as previsões esperadas, o que demonstra que em termos globais a economia do país voltou a crescer de forma significativa.

Quanto à estrutura do PIB, o sector terciário é o que mais contribui para a produção nacional (66% em 1992), seguido do sector secundário (22%) e do primário (12%). Actualmente, a construção e o comércio constituem os maiores sectores da economia (cerca de 30% do PIB). Dentro dos serviços, os sectores de maior crescimento foram os serviços de restauração e hotelaria, e os transportes e comunicações. Estes sectores devem o seu crescimento a uma rápida expansão do turismo. Em 2002, o turismo correspondeu a 42% das receitas de exportação. Durante os últimos cinco anos, a repartição percentual dos serviços no PIB ronda em média 72%, tendo a agricultura e a indústria contribuído com 11% e 17%, respectivamente. Ao contrário da maioria dos países africanos da região subsaariana, a economia cabo-verdiana depende muito mais dos serviços e indústria do que do sector primário. Em 2000, a agricultura e as pescas que cobriam mais de 60% da população, representavam apenas 10% do PIB, enquanto os serviços contribuíam com 65%.

Entre 1993 e 1995, o crescimento em termos reais do PIB aconteceu essencialmente por via do aumento contínuo das despesas públicas e da expansão da actividade comercial. O crescimento do PIB, entre 2001 e 2006, em média superior a 5,5%, teve a contribuição de importantes factores com destaque para uma boa dinâmica da procura interna, alicerçada no forte crescimento do consumo e do investimento privado, resultantes em parte da evolução favorável do crédito à economia. A boa performance da economia cabo-verdiana é largamente imputável ao nível elevado de investimento público, sobretudo em infra-estruturas de transporte, e ao dinamismo do sector turístico e da restauração.

Esta análise não pode descurar o facto da política de ajustamento económico, particularmente a resultante do Acordo de *stand by* com o Fundo Monetário Internacional e da convertibilidade da moeda cabo-verdiana (acordo cambial) firmada com Portugal, ter exigido esforços de contenção de despesas.

Em matéria de planeamento de equipamentos colectivos, a Direcção Geral do Ordenamento do Território do Ministério das Infra-estruturas e Transportes de Cabo Verde iniciou na década de 1990 os principais passos no sentido de construir a pirâmide de Ordenamento e Planeamento Territorial do país. Neste sentido, foi realizado entre 1994 e

1996 o estudo “Critérios comuns para o planeamento de equipamentos colectivos em Cabo Verde” pela Oficina de Arquitectos de Portugal, com a colaboração de uma equipa técnica cabo-verdiana da administração central e regional. Foi co-financiado pelo Fundo para a Cooperação Económica do Governo Português. O referido estudo abarcou os equipamentos sociais das áreas do ensino, saúde, cultura, desporto, segurança social, segurança pública e protecção civil. Este estudo permitiu construir a grelha de equipamentos colectivos e indicar as normas para a respectiva programação e planeamento.

Outros trabalhos de base realizados pela Direcção Geral do Ordenamento do Território possibilitaram avançar solidamente na realização de diversos planos e projectos sobretudo municipais, designadamente os Planos Directores Municipais. Neste momento, a maioria dos municípios de Cabo Verde já tem alguns instrumentos de planeamento, principalmente o Plano Director Municipal.

O Ministério da Descentralização, Habitação e Ordenamento do Território de Cabo Verde irá apresentar as propostas de Linhas Orientadoras e a Síntese dos Diagnósticos dos Esquemas Regionais de Ordenamento do Território (EROT). Os EROTs são instrumentos de planeamento e ordenamento do território para as ilhas com mais do que um município e, nomeadamente, reflectem a visão política e as opções estratégicas do Governo relativamente à concepção e gestão das principais infra-estruturas e equipamentos dessas ilhas, numa perspectiva tanto regional como nacional. Em termos hierárquicos, os EROTs vêm a seguir ao Esquema Nacional de Ordenamento do Território (ENOT), instrumento máximo que estabelece a política nacional de ordenamento territorial, e são seguidos pelos Planos Urbanísticos.

Os EROTs das ilhas de Santiago, Santo Antão e Fogo já foram elaborados. Segue-se depois a análise e apreciação das propostas dos EROTs das referidas ilhas por parte das instituições cabo-verdianas da administração central e regional (prevista para 15 de Setembro de 2009) e, posteriormente, serão submetidos à consulta pública.

Não obstante esses progressos, o país continua a apresentar vulnerabilidades estruturais, designadamente a fraca competitividade dos seus produtos, por razões físicas e climáticas, aliás reflectida na incapacidade de gerar empregos, nas dificuldades estruturais ligadas à

fraca capacidade de produção, à exiguidade do mercado e ao desequilíbrio do comércio externo. A economia cabo-verdiana é fortemente tributária das transferências externas, e nomeadamente das remessas dos emigrantes para o consumo privado e das transferências oficiais para o investimento público.

O IIº Documento de Estratégia de Crescimento e Redução da Pobreza (DECRP II) elaborado pela Direcção Geral do Planeamento (DGP) em 2008 refere que a evolução favorável dos principais indicadores sociais e macroeconómicos atrás referidos, com reflexos positivos no IDH, levou a que Cabo Verde conseguisse alguns ganhos importantes para o seu desenvolvimento, com realce para:

- a integração no grupo de Países de Rendimento Médio (em que o PNB *per capita* se situa entre os US\$636 e US\$2555);
- a adesão à Organização Mundial do Comércio em 18 de Dezembro de 2007, tendo o pedido formal de adesão sido apresentado em 1999;
- o estabelecimento do Acordo de Parceria Especial com a União Europeia;
- a aproximação político-militar à NATO.

Estes ganhos representam um conjunto de opções estratégicas e económicas iniciadas com o Acordo Cambial com Portugal, bem como proporcionam ao país um dos principais postos de entrada e saída nas relações entre União Europeia e África, e uma plataforma entre esta e o continente americano.

## 2.3 Sistema educativo em Cabo Verde

### 2.3.1 Estrutura e Organização do Sistema

Os grandes princípios que orientam a acção do sistema educativo em Cabo Verde estão consagrados na Constituição da República de Cabo Verde de 1992, nos termos da qual: i)

“todos têm direito ao ensino”; ii) o ensino básico é universal, obrigatório e gratuito; e, iii) deve ser promovida uma política de ensino que visa a progressiva eliminação do analfabetismo, a educação permanente, a criatividade, a inserção das escolas na comunidade e a formação cívica dos alunos. A orgânica do sistema educativo, que decorre da Lei de Bases do Sistema Educativo (LBSE) promulgada a 29 de Dezembro de 1990, Lei n.ºIII/90 (revista em 1999), define as linhas organizacionais da educação, estruturando-a em três subsistemas: educação pré-escolar, educação escolar e educação extra-escolar [Anexo A.1].

A educação pré-escolar destina-se às crianças dos 3 aos 5 anos de idade. A sua frequência é facultativa e desenvolve-se mediante iniciativas promovidas por instituições privadas, comunitárias, religiosas ou públicas. Cabe ao Ministério da Educação a coordenação pedagógica e o estabelecimento das normas gerais do seu funcionamento.

A educação escolar compreende os ensinos básico, secundário, médio e superior:

- Ensino básico: tem carácter obrigatório, universal e visa facilitar a integração social e contribuir para a realização do indivíduo como pessoa e cidadão. Tem duração de seis anos (1º ao 6º anos). É constituído por um ciclo único, estruturado em três fases sequenciais de dois anos cada.
- Ensino secundário: visa a continuação dos estudos e a preparação para a vida activa. Tem a duração de seis anos (7º ao 12º anos) e está organizado em três ciclos sequenciais. A partir do 1º ciclo (7º e 8º anos), os alunos podem optar pela via geral ou pela via técnica.
- Ensino médio: tem natureza profissionalizante e visa a formação de quadros médios em domínios específicos do conhecimento.
- Ensino superior: compreende o ensino superior universitário e o ensino politécnico. Tem como objectivo assegurar a preparação científica cultural e técnica de nível superior que habilite para o exercício de actividades profissionais e culturais e

fomente o desenvolvimento das capacidades de concepção, de inovação e de análise crítica.

A educação extra-escolar visa promover a elevação do nível cultural de jovens e adultos, garantindo a possibilidade de acesso destes ao ensino básico de adultos. Este subsistema articula-se de acordo com os interesses do público-alvo, com a formação profissionalizante e com acções de desenvolvimento comunitário. Processa-se num quadro de iniciativas múltiplas, de natureza formal e não formal, através de círculos de cultura. O ensino básico de adultos está estruturado em três fases.

Outras modalidades de ensino estão também referidas na LBSE nomeadamente a educação especial, a educação das crianças sobredotadas e o ensino à distância.

### **2.3.2 Organização dos serviços e das instituições educativas**

#### **Organização dos serviços administrativos e de planeamento**

O Ministério da Educação e Ensino Superior (MEES) é o departamento governamental responsável por propor, coordenar e executar as políticas do Governo em matéria de ensino pré-escolar e básico, secundário, técnico-profissional, de alfabetização e educação de adultos, médio e superior, e nos domínios da ciência, investigação e tecnologia. Ainda, exerce poderes de superintendência sobre os institutos de cariz educativo designadamente o Instituto Cabo-verdiano de Acção Social Escolar (ICASE), o Instituto Superior de Educação (ISE), o Instituto Superior de Engenharia e Ciências do Mar (ISECMAR), o Instituto Pedagógico (IP) e outros nos sectores da cultura e dos desportos. Com a recente criação da Universidade Pública de Cabo Verde (Uni-CV) alguns desses institutos foram extintos, designadamente o ISE e o ISECMAR.

O MEES compreende órgãos, serviços centrais e serviços de base territorial. Os órgãos integram o Ministro, o Secretário de Estado, o Conselho do MEES e o Conselho Nacional da Educação. Os serviços de estudos e planeamento, concepção, execução e coordenação,

inspecção e fiscalização e, finalmente, de apoio fazem parte dos serviços centrais. Estes devem articular a sua actuação entre si e com os serviços de base territorial.

O Gabinete de Estudos e Planeamento (GEP) é o serviço central de estudos e apoio técnico especializado na concepção, planeamento, elaboração e seguimento das políticas que o MEES deve levar a cabo, nos seus vários domínios, bem como na recolha, sistematização e divulgação de informações sobre matérias relacionadas com as finalidades e atribuições do Ministério. O Gabinete de Estudos e Planeamento tem também a função de elaborar e manter actualizada a Carta Escolar do país, em colaboração com os serviços de base territorial, e de propor a criação, modificação ou extinção de estabelecimentos de ensino. Em termos de produção de informação estatística, o GEP é o órgão sectorial responsável pela recolha, tratamento e divulgação das estatísticas da educação, devendo assegurar as necessárias ligações com o Sistema Estatístico Nacional.

A gestão dos edifícios e demais infra-estruturas da educação é da responsabilidade da Direcção de Património e Equipamentos Educativos. Esta Direcção foi criada com o Decreto-Lei n.º25/2001 de 5 de Novembro e está sob tutela do Gabinete do Secretário de Estado da Educação. No que tange aos equipamentos educativos, essa Direcção tem as seguintes atribuições:

- Elaborar, em articulação com o Gabinete de Estudos e Planeamento e outros departamentos competentes, programas anuais e plurianuais de construção, aquisição e manutenção de infra-estruturas e equipamentos educativos, em função das necessidades e perspectivas de desenvolvimento do sistema educativo.
- Estudar e/ou formular propostas e projectos de construção, aquisição ou locação de infra-estruturas, mobiliário e outros bens necessários à prossecução das funções e políticas definidas pelo MEES.

Em matéria de serviços de base territorial, as atribuições do Ministério da Educação de Cabo Verde são prosseguidas, através de Delegações Concelhias e de outros serviços desconcentrados, nos termos definidos na lei orgânica e em diploma regulamentar. Segundo o Decreto-Regulamentar n.º4/98 de 27 de Abril, as Delegações do Ministério da

Educação são serviços desconcentrados do Ministério da Educação e Ensino Superior que a nível de cada município prosseguem as atribuições do Ministério e asseguram a orientação, coordenação e apoio aos estabelecimentos de ensino não superior. Quanto à orgânica, as Delegações integram três serviços: Coordenação Pedagógica (CP), Coordenação de Estatística e Planeamento (CEP) e Coordenação Administrativa e Financeira (CAF).

Em relação ao processo de planeamento, entre outras atribuições, a CEP está incumbida de participar nos trabalhos de actualização da Carta Escolar, acompanhar, apoiar, avaliar e controlar o processo de desenvolvimento dos Planos de Ordenamento da Rede Educativa, assim como velar pela sua correcta execução, conforme o artigo 15º do referido Decreto-Regulamentar.

### **Organização das instituições educativas**

Com a reforma do sistema educativo, a escolaridade obrigatória e universal passou a ter seis anos de escolaridade, organizados em três fases (1ª, 2ª e 3ª), cada uma das quais com dois anos de duração (art.º20 da LBSE de 1990). Esse alargamento da escolaridade obrigatória teve implicações na globalidade do sistema educativo mormente no ordenamento escolar. Neste sentido, foi necessário proceder à actualização da Carta Escolar do país de forma a permitir o estabelecimento de uma rede adaptada às necessidades da população escolar em consonância com a realidade do país.

Assim, através do Decreto-Lei n.º76/94 de 27 de Dezembro foi definida a configuração da rede de estabelecimentos públicos do ensino básico de acordo com os seguintes princípios e/ou critérios de planeamento:

- Integração vertical – todas as fases do ensino básico funcionam num único estabelecimento de ensino tendo o aluno a possibilidade de nele permanecer até concluir o 6º ano de escolaridade.
- Integração horizontal – as escolas de pequena dimensão agregam-se em torno de escolas núcleos, num raio máximo de seis quilómetros.

- Mobilidade – nas zonas onde a distância entre as escolas for aproximadamente de quinhentos metros, admite-se o princípio de mobilidade de efectivos e a reafecção destes a essas escolas, sempre que necessário e possível.
- Distâncias – a distância entre escola e habitação a percorrer pelos alunos é a seguinte:
  - a) Distância preferencial – menos de um quilómetro;
  - b) Distância aceitável – três quilómetros;
  - c) Distância máxima aceitável – seis quilómetros.

De acordo com o artigo 3º da LBSE de 1990, as escolas onde funcionam as três fases do ensino básico são designadas “Escolas Pólo” e as escolas agregadas em torno delas intituladas “Escolas Satélites”. Neste contexto, a configuração da rede escolar do ensino básico ficou constituída em 1994 por 186 “Escolas Pólo” e 216 “Escolas Satélites” [Tabela 2.2].

**Tabela 2.2 – Configuração da rede escolar do ensino básico de 1994**

Município	Número de Freguesias	Número de Escolas	
		Pólo (1ª, 2ª e 3ª fases)	Satélite (1ª e 2ª fases)
Boa Vista	2	5	3
Brava	2	5	6
Maio	1	4	8
Mosteiros	1	5	6
São Filipe	3	10	17
Ribeira Grande	4	10	21
Paúl	1	3	7
Porto Novo	2	11	21
Praia	3	21	18
Santa Catarina	2	22	29
Sal	1	4	2
Santa Cruz	2	17	17
São Domingos	2	11	9
Tarrafal	2	19	25
São Vicente	1	21	7
São Nicolau	2	18	20
<b>Total</b>	<b>31</b>	<b>186</b>	<b>216</b>

Fonte: GEP/Ministério da Educação

As actividades lectivas no ensino básico funcionam de 2<sup>a</sup> à 6<sup>a</sup> em dois períodos do dia: de manhã, das 8:00 às 12:30 horas; e, à tarde, das 13:00 às 17:30 horas, seguido de um intervalo de 30 minutos em cada período. Funciona o sistema de desdobramento, em que o equipamento educativo é utilizado duas vezes no mesmo dia por turmas diferentes. O Decreto-Lei n.º 76/94 estabelece ainda que as turmas simples (com alunos de um só ano de escolaridade) devem ter entre 35 e 40 alunos por sala e as turmas compostas devem ter o máximo de 28 alunos por sala. O ensino secundário funciona também em dois períodos, de segunda a sábado.

Em 1998 foi lançada pelo Conselho de Ministros a Resolução n.º 8/98 de 16 de Março com o objectivo de introduzir linhas de orientação para a consolidação e modernização do sistema educativo. Uma das decisões dessa Resolução é promover o aumento da escolaridade obrigatória e universal para 8 (9) anos de escolaridade. Esta decisão altera a organização actual do sistema educativo em Cabo Verde e coloca problemas de planeamento e gestão das redes de equipamentos educativos quer do ensino básico quer do ensino secundário.

Recentemente (no ano lectivo 2008/09), o Governo de Cabo Verde anunciou a intenção de implementar até 2015 a escolaridade básica, obrigatória e universal de doze anos. Apesar do país enfrentar ainda sérios problemas de qualidade do ensino, de planeamento da rede escolar, etc., resultantes do alargamento da escolaridade obrigatória para seis anos em 1994, esta intenção representa uma aposta estratégica do Governo no desenvolvimento de Cabo Verde, sobretudo para um país já deu claros sinais de aproximação e convergência das suas políticas com a União Europeia.

### 2.3.3 Evolução de principais indicadores do sistema educativo

Cabo Verde tem apostado fortemente na educação desde 1975, tendo sido definido como sector estratégico para o seu desenvolvimento. Neste sentido, o desenvolvimento do sistema educativo a todos os níveis surge como a estratégia motora do desenvolvimento global do país e a verdadeira “escola” de capacitação das populações para uma mais adequada inserção socioeconómica, para autopromoção e autonomização económica, de

acordo com o Relatório Nacional de Desenvolvimento Humano de Cabo Verde publicado em 1998. De facto, a valorização do capital humano através de uma política de educação e formação de qualidade é considerada como um factor altamente estratégico para a aquisição de novas competências e aptidões, com vista a tornar perene o desenvolvimento sustentado de Cabo Verde e ganhar a batalha da competitividade, e também para o reforço da cidadania e da integração sociocultural.

É neste contexto que foram introduzidas transformações no sistema de ensino, uma vez que o sistema anterior era considerado extremamente selectivo (Carvalho, 1998). Essas transformações trouxeram ganhos apreciáveis no sector da educação, provados pelo combate ao analfabetismo, pela generalização do ensino básico de seis anos, por uma boa taxa de acesso e de participação no ensino secundário e por um esforço enorme de formação de quadros superiores, tudo com equidade no género (Livramento, 2005). Analisando os avanços já conseguidos em todos os sectores do país, podemos dizer que o sector da educação foi o que mais contribuiu para a passagem de Cabo Verde à categoria de país de rendimento médio.

### **Efectivos escolares**

A população escolar cabo-verdiana representava em 2000 cerca de 36% da população total do país, contra 24% em 1990. Estes dados revelam um grande aumento da procura por parte das famílias cabo-verdianas para a educação no período de 10 anos. De acordo com a distribuição de alunos entre 1974/75 e 2007/08, apresentada na Tabela 2.3, dos 160.065 inscritos em 2003/04, 13,1% das crianças frequentavam a educação pré-escolar, 53,2% dos alunos o ensino básico, 31,1% o ensino secundário e 2,6% o ensino médio e superior. Em relação a 1993/94 (104.810 alunos) foi registado um crescimento de efectivos na ordem dos 4,3% ao ano.

Tabela 2.3 – Evolução dos efectivos por nível de ensino entre 1974/75 e 2007/08

Ano lectivo	Educação pré-escolar	Ensino básico	Ensino secundário	Ensino superior (no país)
1974/75	---	49.009	2.113	
1980/81	---	57.044	3.246	134
1985/86	---	58.064	5.440	126
1990/91	---	69.823	9.586	148
1993/94	12.464	78.173	13.710	463
1997/98	18.227	91.777	31.602	1.041
2000/01	19.801	90.640	44.748	1.801
2003/04	21.003	85.138	49.790	4.134
2007/08	22.148	76.007	53.039	6.658

Fonte: GEP/Ministério da Educação

Apesar do crescimento anual de 3,0% entre 1993/94 e 2007/08 em relação à totalidade dos efectivos [Tabela 2.3] nota-se o seguinte:

- O número de crianças na educação pré-escolar cresceu de 12.464 no ano lectivo de 1993/94 para 21.003 em 2003/04, traduzindo um aumento de 8.539 crianças e representando um crescimento médio anual de 5,4%. No mesmo período, a percentagem de crianças passou de 11,9% para 13,1%, respectivamente. Em 2007/08, o número de crianças neste subsistema foi de 22.148, correspondendo a uma variação média anual de 1,3% em relação ao ano lectivo de 2003/04 e 4,2% em relação a 1993/94.
- Entre 1993/94 e 2003/04, registou-se uma diminuição da percentagem dos efectivos discentes no ensino básico de 75% para 53%, evidenciando uma variação negativa na tendência evolutiva do número de alunos do ensino básico. De acordo com o Plano Nacional de Acção para Educação para Todos elaborado em 2002, a partir de 1998/99 os efectivos discentes do ensino básico começaram a estabilizar e mesmo a diminuir devido certamente à diminuição da taxa de natalidade, à melhoria das condições de ensino e, por conseguinte, à melhoria do aproveitamento escolar.
- No ensino secundário a situação é completamente inversa ao que acontece no ensino básico. Assiste-se a um aumento do número de alunos de 2003/04 para

2007/08, quer em valor absoluto (3.249) quer em valor relativo (1,6%/ano), passando o peso deste nível de 13,1% em 1993/94 para 31,1% em 2003/04 e agora em 2007/08 para 33,6%.

Não obstante o crescimento do nível geral na educação pré-escolar (EPE), a distribuição geográfica entre 2003/04 e 2007/08 revela variações médias negativas em 9 dos 17 municípios indicados na Tabela 2.4, abrangendo a maioria dos municípios das ilhas de Sotavento e da ilha de Santo Antão (-3,4% no Paúl e -2,7% na Ribeira Grande). Os casos de maiores decréscimos foram registados nos municípios de Santa Catarina (-6,3%) e de São Miguel (-5,8%) enquanto os de maiores crescimentos aconteceram em São Nicolau (8,3%), na Boa Vista (8,0%) e no Sal (7,7%).

**Tabela 2.4 – Evolução dos efectivos por nível de ensino entre 2000/01 e 2007/08**

Município	2003/04			2007/08			Variação anual entre 2003/04 e 2007/08		
	EPE	EB	ES	EPE	EB	ES	EPE	EB	ES
R. Grande	698	3.725	2.503	626	2.903	2.314	-2,7%	-6,0%	-1,9%
Paúl	279	1.618	715	243	1.219	865	-3,4%	-6,8%	4,9%
Porto Novo	741	3.341	1.733	804	2.798	1.985	2,1%	-4,3%	3,5%
S. Vicente	2.819	10.616	7.971	3.153	9.392	7.607	2,8%	-3,0%	-1,2%
S. Nicolau	574	2.568	1.354	789	2.069	1.368	8,3%	-5,3%	0,3%
Sal	952	2.617	1.651	1283	2.887	1.734	7,7%	2,5%	1,2%
Boa Vista	279	601	421	380	703	480	8,0%	4,0%	3,3%
Maio	274	1.335	572	329	1.115	731	4,7%	-4,4%	6,3%
Praia	5.218	19.797	14.493	6.358	18.995	14.802	5,1%	-1,0%	0,5%
S. Domingos	795	3.002	1.726	684	2.717	1.913	-3,7%	-2,5%	2,6%
Santa Cruz	1.725	7.976	3.484	1.612	6.621	4.155	-1,7%	-4,5%	4,5%
S. Catarina	2.505	11.311	5.964	1.928	9.951	6.381	-6,3%	-3,2%	1,7%
S. Miguel	1.126	3.874	1.142	888	3.246	2.142	-5,8%	-4,3%	17,0%
Tarrafal	922	3.983	2.392	821	3.423	2.607	-2,9%	-3,7%	2,2%
S. Filipe	1.198	5.629	2.358	1.359	5.222	2.530	3,2%	-1,9%	1,8%
Mosteiros	482	1.919	652	480	1.732	842	-0,1%	-2,5%	6,6%
Brava	416	1.226	659	411	1.014	583	-0,3%	-4,6%	-3,0%
<b>Total</b>	<b>21.003</b>	<b>85.138</b>	<b>49.790</b>	<b>22.148</b>	<b>76.007</b>	<b>53.039</b>	<b>1,3%</b>	<b>-2,8%</b>	<b>1,6%</b>

Fonte: GEP/Ministério da Educação

No que diz respeito ao ensino básico (EB), com excepção da Boa Vista (4,0%) e do Sal (2,5%), a maioria teve crescimentos médios negativos, tendo os dois municípios de Santo

Antão a registarem as piores situações (-6,8% para Paúl e -6,0% para Ribeira Grande). Entretanto, com o alargamento previsto para 8 ou 9 anos de escolaridade básica e obrigatória, deixa de haver alunos retidos no 6º ano de escolaridade e, como consequência, poderá registar-se o aumento dos efectivos discentes, situação também anteriormente verificada aquando da passagem de 4 para 6 anos de escolaridade básica em 1994/95. Para o ensino secundário (ES), apenas três municípios apresentam diminuições do número de alunos (-3,0% na Brava, -1,9% na Ribeira Grande e -1,2 em São Vicente) no período considerado. Os municípios da ilha de Santiago apresentam variações positivas.

A nível do ensino médio, funciona o Instituto Pedagógico (ex-Escola do Magistério Primário), que está vocacionado para a formação de professores para o ensino básico. Em 2007/09, estiveram matriculados 754 estudantes, distribuídos por 3 escolas de formação (Praia, São Vicente e Santa Catarina) e orientados por 54 professores.

O ensino superior em Cabo Verde está hoje marcado por uma forte procura social, sobretudo por parte dos alunos que concluem o ensino secundário. Esta procura resulta da diminuição da possibilidade de se aceder ao ensino superior no exterior. Esta situação tem caracterizado o ensino superior por um quadro plural de instituições públicas e privadas, pela tendência ao estabelecimento no país de instituições estrangeiras e ainda pelo funcionamento da Universidade Pública de Cabo Verde. Contudo, é de se reconhecer a existência de um défice de enquadramento estratégico, jurídico e institucional dessa nova realidade.

O ensino superior em Cabo Verde teve a sua primeira semente em 1979 com a criação, na Praia, da Escola de Formação de Professores para o Ensino Secundário, mais tarde transformada no Instituto Superior de Educação (ISE) em 1995. Em 1984, teve início em São Vicente o Centro de Formação Náutica, posteriormente configurado como Instituto Superior de Engenharia e Ciências do Mar (ISECMAR), em 1986 o Instituto Nacional de Investigação e Desenvolvimento (INIDA) em Santa Cruz, e em 2001 o Instituto Nacional de Administração e Gestão (INAG) na Praia. Todas as instituições atrás referidas estavam enquadradas no sector público. A Universidade de Cabo Verde (Uni-CV), criada através da Resolução n.º53/2000 de 28 de Agosto, foi implementada em 2006 por uma Comissão

Instaladora. Em 2007/08 iniciou o funcionamento, tendo os institutos superiores públicos como Unidades Associadas. Em 2008/09, esses institutos públicos foram extintos, passando a Uni-CV a estar estruturada em quatro unidades organizacionais: Departamento de Ciências Sociais e Humanas, Departamento de Ciências e Tecnologia, Departamento de Engenharias e Ciências do Mar e Escola de Negócios e Governação.

Por iniciativa privada, surgiram em São Vicente o Instituto Superior de Ciências Económicas e Empresariais (ISCEE) em 1998, na Praia a Universidade Jean Piaget de Cabo Verde (UniPiaget) em 2001 e em São Vicente o Instituto de Ensino Superior Isidoro da Graça (IESIG) em 2003 e o Instituto Superior de Ciências Sociais e Jurídicas (ISCSJ) em 2006. Em 2008, funcionaram mais três instituições de ensino superior privado em Cabo Verde: a Universidade de Santiago (US) situada na cidade de Assomada-Santa Catarina na ilha de Santiago, a Universidade Intercontinental de Cabo Verde (UNICA) na Praia e a Universidade Lusófona em São Vicente.

**Tabela 2.5 – Estudantes do ensino superior no país em 2007/08**

Instituição	Total	Feminino	Masculino
Universidade Jean Piaget de Cabo Verde (Uni-Piaget)	1.671	985	686
Instituto Superior de Educação (ISE)	2.143	1.140	1.003
Instituto Superior de Engenharia e Ciências do Mar (ISECMAR)	640	185	455
Instituto de Estudos Superiores Isidoro da Graça (IESIG)	721	478	243
Instituto Superior de Ciências Económicas e Empresariais (ISCEE)	795	511	284
Instituto Nacional de Investigação e Desenvolvimento Agrário (INIDA)	44	18	26
Instituto Nacional de Administração e Gestão (INAG)	103	58	45
Instituto Superior de Ciências Jurídicas e Sociais (ISCJS)	380	222	158
Universidade Lusófona	161	99	62
<b>Total</b>	<b>6.658</b>	<b>3.696</b>	<b>2.962</b>

Fonte: GEP/Ministério da Educação

No período de dez anos, registou-se um aumento substancial do número de estudantes do ensino superior no país. De 463 estudantes em 1993/94 passaram para 4.134 em 2003/04. Em 2007/08, matricularam-se 6.658 estudantes (dos quais 55,5% do sexo feminino) nas várias instituições de ensino superior, corroborando a forte procura por parte dos estudantes para o referido nível de ensino. As estatísticas do ensino superior referentes ao ano lectivo 2007/08 estão apresentadas na Tabela 2.5.

### Escolarização, rendimento escolar e eficácia interna

Graças às medidas implementadas pela Reforma do Sistema Educativo em 1994/95, sobretudo no que se refere ao alargamento de escolaridade básica para 6 anos, a taxa de escolarização líquida aumentou significativamente em todos os níveis de ensino, com maior incidência para o ensino básico. De 72,6% em 1980/81, a taxa de escolarização líquida no ensino básico aumentou para 96% em 2000/01, tendo uma ligeira quebra em 2007/08 (91,7%). No mesmo período, esta taxa no ensino secundário passou de 2,8% (e de 20,3% em 1993/04) para 54,0%, estando em 2007/08 em 60,1%.

**Tabela 2.6 – Evolução da taxa de escolarização líquida de 1980/81 a 2007/08**

Ano lectivo	Educação pré-escolar <sup>a)</sup>	Ensino básico	Ensino secundário
1980/81	----	72,6%	2,8%
1985/86	----	76,3%	2,8%
1990/91	40,0%	89,0%	20,3%
1997/98	49,0%	96,0%	45,8%
2000/01	52,5%	96,0%	54,0%
2007/08	58,4%	91,7%	60,1%

Fonte: GEP/Ministério da Educação - Legenda a) refere-se à taxa de acolhimento líquida.

Na educação pré-escolar, a taxa de acolhimento líquida demonstra alguma melhoria no acolhimento das crianças na faixa etária dos 3-5 anos de idades, aumentando de 40,0% em 1990/91 para 52,5% em 2000/01 e 58,4% em 2007/08 [Tabela 2.6]. Em 2000/01, Boa Vista (83,5%) e Sal (81,2%) apresentavam a maior taxa de acolhimento do país [Tabela 2.7].

A taxa de escolarização líquida no ensino básico em 2000 atingiu na maioria dos municípios valores superiores a 90%, e até valores superiores a 100% em alguns municípios<sup>1</sup>, enquanto a taxa de escolarização bruta ultrapassou os 100% em todos os municípios, reflectindo desta forma casos de repetência no sistema. No ensino secundário, a taxa de escolarização bruta é de 64,2% sendo a maior registada no município da Praia

<sup>1</sup> Em alguns municípios, a taxa líquida de escolarização ultrapassa a 100%, situação explicada pelas incorrecções quer dos dados do Censo 2000 quer pelos fornecidos pelas delegações escolares.

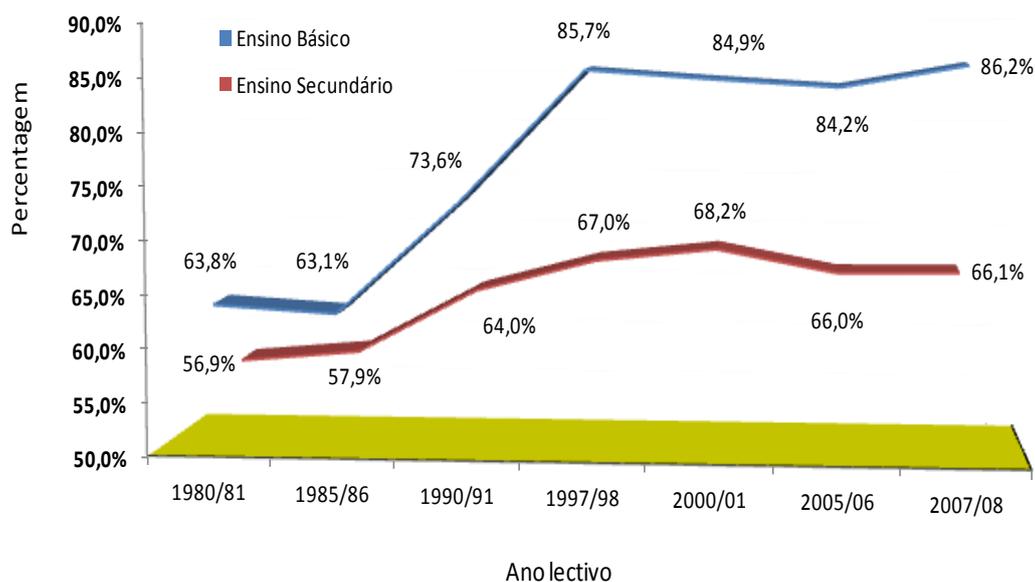
(80,5%) e a menor em São Miguel (33,5%). O 1º Ciclo do ensino secundário (85,3%) apresenta uma taxa de escolarização bruta superior a média nacional, tendo vários municípios (118,5% para Boa Vista, 101,4% para o Sal e 100,9% para Tarrafal) com taxas muito elevadas. Contudo, à medida que aumentam os ciclos de escolaridade no ensino secundário, diminui a taxa de escolarização bruta (85,3% para o 1º ciclo, 64,4% para o 2º ciclo e 37,4% para o 3º ciclo) [Tabela 2.7].

**Tabela 2.7 – Taxas de escolarização por município e nível de ensino em 2000/01**

Municípios	Educ. pré-escolar		Ensino básico		Ensino secundário			
	TAB	TAL 3-5 anos	TEB	TEL 6-11 anos	TEB Total	TEB 1ºCiclo	TEB 2ºCiclo	TEB 3ºCiclo
Ribeira Grande	43,4%	43,0%	117,5%	95,1%	67,8%	86,1%	66,9%	44,4%
Paúl	42,3%	41,8%	122,5%	97,9%	40,1%	60,3%	50,8%	
Porto Novo	49,4%	49,0%	116,0%	92,3%	51,8%	75,1%	51,0%	17,9%
S. Vicente	56,7%	54,4%	118,7%	96,8%	73,1%	94,3%	77,5%	44,8%
S. Nicolau	60,2%	56,6%	115,6%	90,3%	47,5%	62,8%	53,0%	37,3%
Sal	87,5%	81,2%	119,4%	100,6%	66,8%	101,4%	65,9%	29,0%
Boa Vista	91,4%	83,5%	118,5%	101,1%	77,0%	118,5%	81,7%	28,9%
Maio	77,3%	76,1%	117,1%	97,7%	55,1%	96,5%	58,9%	
Praia	63,2%	56,6%	116,8%	95,4%	80,5%	96,6%	79,7%	62,8%
S. Domingos	71,5%	70,6%	130,4%	105,3%	61,7%	85,5%	78,3%	9,0%
Santa Cruz	45,6%	45,5%	116,4%	98,1%	48,5%	78,4%	39,2%	27,0%
S. Catarina	39,7%	38,5%	114,6%	95,2%	64,4%	84,6%	60,6%	41,0%
S. Miguel	66,8%	63,4%	113,7%	98,0%	33,5%	51,4%	39,5%	
Tarrafal	42,9%	42,9%	113,2%	93,8%	68,4%	100,9%	65,3%	27,3%
S. Filipe	51,8%	51,7%	118,2%	92,0%	46,7%	63,3%	44,4%	28,4%
Mosteiros	50,5%	49,5%	111,3%	92,5%	47,4%	78,4%	54,4%	
Brava	65,6%	65,6%	120,5%	100,0%	44,6%	66,2%	38,9%	24,5%
<b>Total</b>	<b>55,1%</b>	<b>52,5%</b>	<b>117,1%</b>	<b>96,0%</b>	<b>64,2%</b>	<b>85,3%</b>	<b>64,4%</b>	<b>37,4%</b>

Fonte: GEP/Ministério da Educação - Legenda: TEB: Taxa de Escolarização Bruta; TEL: Taxa de Escolarização Líquida; TAB: Taxa de Acolhimento Bruta; TAL: Taxa de Acolhimento Líquida

Observando a Figura 2.6, notam-se claramente sinais positivos no aproveitamento escolar. A taxa de promoção (ou de aproveitamento) era de 63,8% e 56,9% em 1980/81 ascendeu para 85,7% e 67,0% em 1997/98, respectivamente, nos ensinos básico e secundário. Em 2007/08, a taxa de promoção situou-se em 86,2% para o ensino básico e 66,1% para o ensino secundário.



**Figura 2.6 – Taxa de promoção por nível de ensino entre 1980/81 e 2007/08**

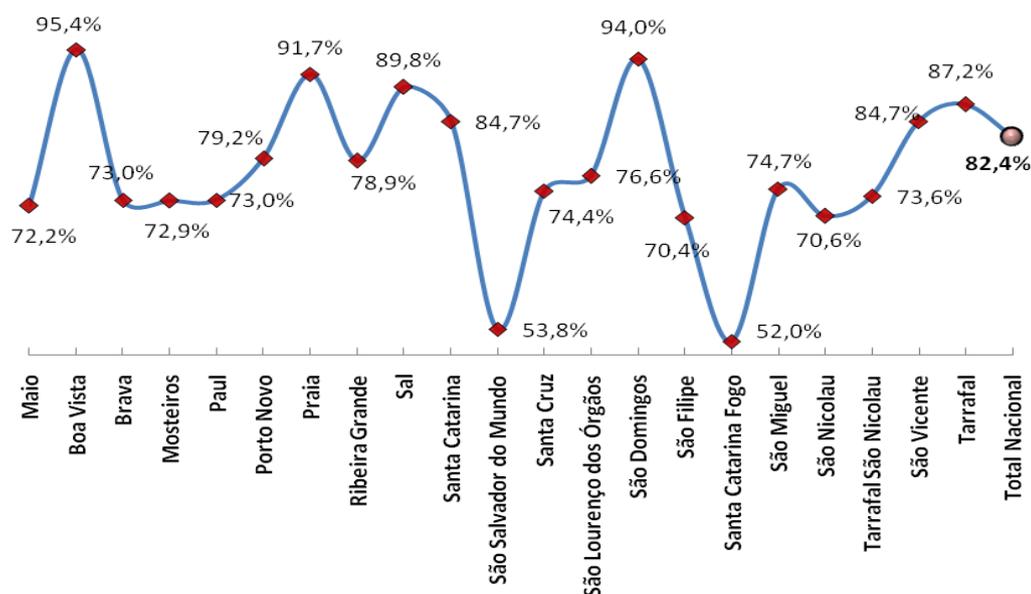
Nas últimas décadas, as taxas de repetência têm vindo a decrescer paulatinamente, sobretudo no ensino básico. De 29,5% em 1980/81 baixou para 10,0% em 2007/08 enquanto no ensino secundário houve uma ligeira diminuição da taxa de repetência (de 27,0% em 1980/91 para 20,1% em 2007/08). No ano lectivo de 2003/04, a taxa de repetência no ensino secundário ficou em 20,3% [Tabela 2.8].

**Tabela 2.8 – Taxa de Repetência de 1980/81 a 2007/08**

Ano lectivo	Nível de ensino	
	Básico	Secundário
1980/81	29,5%	27,0%
1985/86	30,2%	28,8%
1990/91	18,0%	26,0%
1997/98	12,0%	22,0%
2000/01	13,2%	22,1%
2003/04	12,6%	20,3%
2005/06	12,5%	20,0%
2007/08	10,0%	20,1%

Fonte: GEP /Ministério da Educação

Em 2007/08, a taxa de transição entre o ensino básico e secundário a nível nacional foi de 82,4%. Boa Vista (95,4%), São Domingos (94,0%) e Praia (91,7%) apresentam os valores mais elevados contra Santa Catarina do Fogo (52,0%) e São Salvador do Mundo/Picos (53,8%) [Figura 2.7].



**Figura 2.7 – Taxa de transição entre ensino básico e secundário por município**

O Relatório do Plano Estratégico do Ministério da Educação de 2002 refere que a eficácia interna do sistema é de 73% e a taxa de desperdício de 27%. Estes indicadores foram calculados recorrendo à análise de coortes no período de 1995 a 2001, a qual também permitiu conhecer o seguinte:

- Do total dos graduados do período atrás referido, 56% concluíram o ensino básico com sucesso sem qualquer repetência, 32% repetiram um ano e 12% dois ou mais anos.
- O investimento ótimo ( $I_0$ ) em anos-aluno é de 4374 e o real ( $I_r$ ) é de 5991. O quociente entre o  $I_0$  e  $I_r$ , em percentagem, é de 73% (coeficiente de eficácia interna) e o desperdício igual 27%.
- O número médio de anos que um aluno leva para completar o ensino básico é 8,2;

- A esperança de vida escolar para uma criança que ingresse com 6 anos no 1º ano de escolaridade é de 11,8 anos.

### Corpo docente

A Tabela 2.9 apresenta a evolução do corpo docente de 1980/81 a 2007/08 assim como a qualificação dos mesmos.

**Tabela 2.9 – Evolução do corpo docente de 1980/81 a 2007/08**

Indicador/nível de ensino	1980/81	1985/86	1990/91	1997/98	2000/01	2003/04	2007/08
Educação pré-escolar	---	---	---	617	799	969	1028
- Monitores com formação adequada	---	---	---	8,0%	7,0%	11,4%	26,0%
Ensino básico	1.586	1.787	2.186	3.219	3.214	3.169	3118
- Docentes com habilitação adequada*	---	---	20,5%	23,2%	36,3%	42,7%	69,1%
Ensino secundário	164	212	364	1.372	1.818	2.193	2587
- Docentes com habilitação adequada	---	---	65,0%	63,0%	58,6%	60,7%	72,4%

Fonte: GEP/Ministério da Educação \* para todas as fases de estudo.

Segundo os dados da Tabela 2.9, o número de profissionais (educadores, monitores e orientadores) da educação pré-escolar tem vindo a crescer gradualmente nos últimos dez anos, aproximadamente, 5,24% ao ano (617 em 1997/98 para 1028 em 2007/08), bem como o número de profissionais (educadores e monitores) com formação adequada (8,0% em 1997/98 para 26,0% em 2007/08).

Num período de 27 anos, de 1980/81 a 2007/08, foi registado um crescimento médio anual de 2,54% no número de docentes do ensino básico. Entretanto, com a diminuição de alunos no ensino básico a partir de 1998/99, assiste-se também a uma ligeira diminuição dos docentes nesse nível: de 2000/01 para 2003/04 houve um decréscimo no número de docentes de 0,5% (e de 0,4% entre 2000/01 e 2007/08). No ensino secundário, o número de professores tem vindo a aumentar para poder acompanhar o ritmo de crescimento dos

efectivos discentes, sendo que o crescimento mais acentuado foi registado nos últimos dez anos (6,5% ao ano entre 1997/08 e 2007/08) [Tabela 2.9].

Um dos grandes problemas do sistema educativo cabo-verdiano ainda é a qualificação do corpo docente. Os resultados indicados na Tabela 2.9 traduzem uma melhoria significativa no que concerne à qualificação dos professores: no ensino básico de 20,5% em 1990/91 passou-se para 69,1% em 2007/08 e, no ensino secundário, no mesmo período, passou-se de 65,0% para 72,4%.

Os institutos de formação de professores estão, na sua maioria, sedeados nos principais municípios do país (Praia, São Vicente e Santa Catarina). Esta situação tem criado alguns problemas para o alargamento das formações às outras ilhas. Várias experiências de formação, utilizando as potencialidades das tecnologias de informação e comunicação, têm sido implementadas, mormente a formação de professores em exercício e a formação à distância. Os resultados têm sido aquém das expectativas sobretudo devido ao fraco nível académico dos docentes que estão em funções nas outras ilhas e aos problemas de infra-estruturas de comunicação nessas ilhas. Neste sentido, os sucessivos governos de Cabo Verde têm regularmente recorrido à cooperação internacional, designadamente à portuguesa, para apoiar na resolução desse problema.

### **Estabelecimentos educativos**

Em 2000/01, funcionaram 843 estabelecimentos educativos públicos em Cabo Verde, dos quais 45,6% estavam destinados à educação pré-escolar, 49,8% ao ensino básico, 3,9% ao ensino secundário e 0,7% ao ensino superior. Os dados de 2007/08 indicam um total de 957 estabelecimentos (50,6% para a educação pré-escolar, 44,0% para o ensino básico, 4,5% para o ensino secundário e 0,9% para o ensino superior), representando um incremento anual de 1,8% [Tabela 2.10].

**Tabela 2.10 – Evolução dos equipamentos educativos entre 1980/81 e 2000/01**

Indicador/nível de Ensino	1980/81	1985/86	1990/91	1997/98	2000/01	2007/08
Educação pré-escolar						
- Instituições educativas/jardins			203	313	384	484
- Salas de aula				---	636	839
- % das salas em condições normais de funcionamento.				65,8%	66,1%	---
Ensino básico						
- Instituições educativas	451	451	370	407	420	421
- Salas de aula	860	923	1155	1702	1796	1828
- % das salas em condições normais de funcionamento.	65%	74%	76%	77%	84%	94%
Ensino secundário						
- Instituições educativas	4	5	8	24	33	43
- Salas de aula	68	9	145	499	654	904
Ensino médio e superior						
- Instituições educativas	1	4	5	5	6	9

Fonte: GEP/Ministério da Educação

Em meados da década de 1990, o ensino básico torna-se universal e obrigatório com a duração de seis anos de escolaridade. No primeiro quinquénio dos anos 90 foi efectuado um esforço enorme, sobretudo em construções escolares, para se poder responder à forte procura educativa no ensino básico. Outra solução encontrada para atender a essa procura foi o recurso a edifícios não pertencentes ao Estado, através do processo de arrendamento pelo Ministério da Educação ou mesmo de cedência por empréstimo. Em locais onde estas situações não eram viáveis, fez-se o recurso ao trespobramento, ou seja, à utilização das salas de aula três vezes ao dia. Por esta razão, em 1997/98, cerca de 77% das salas utilizadas no ensino básico tinham as condições normais para a prática lectiva. Esta percentagem aumentou para cerca de 94% em 2007/08. Em 1990/91, o rácio alunos por sala foi de 50 (25 em regime de desdobramento, utilização das salas duas vezes ao dia) tendo diminuído para 47 (23,5 em desdobramento) em 2003/04 e para 41,6 (20,8 em desdobramento) em 2007/08 no ensino básico.

O forte crescimento dos efectivos discentes registado no ensino básico em 1994 veio a provocar três anos depois uma pressão sobre o ensino secundário, levando ao alargamento da rede de escolas secundárias a partir de 1997/98 em todos os municípios. Para responder a esta forte pressão, o Ministério da Educação teve de recorrer em alguns casos à utilização dos estabelecimentos do ensino básico, provocando uma coabitação desses dois níveis de

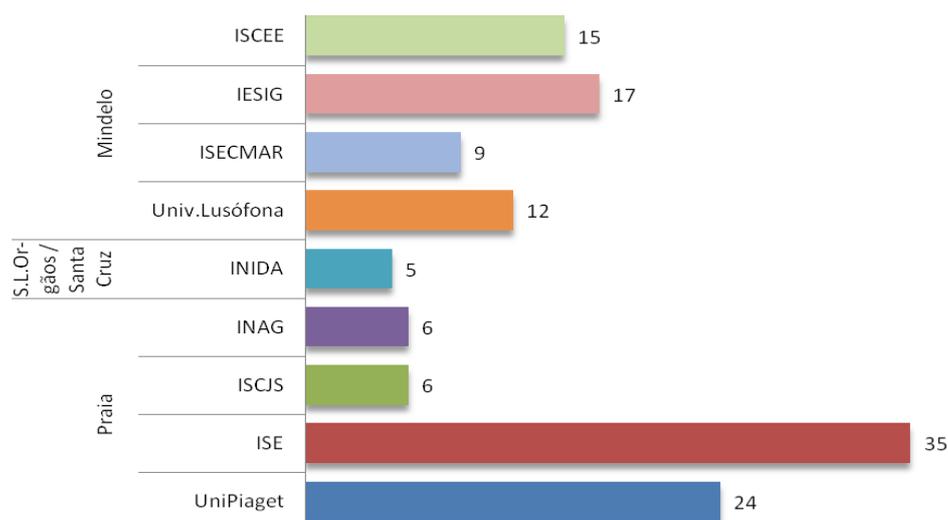
ensino num mesmo espaço. O rácio alunos por sala no ensino secundário (em regime de desdobramento) baixou de 66,1 em 1990/91 para 63,3 em 1997/98 e, dez anos depois (em 2007/08) passou para 58,7.

Essa pressão sobre as estruturas que existiam no ensino secundário veio obrigar à elaboração de programas específicos de construções escolares e de adaptações que permitiram, em 7 anos, quadruplicar o número de edifícios escolares passando de 8 em 1990/91 para 24 em 1997/98 [Tabela 2.10].

Esta situação mostra claramente a vontade por parte das entidades nacionais em criar boas condições de acesso à educação. Importa sublinhar que grande parte dessas construções escolares foi financiada através da ajuda ao desenvolvimento essencialmente por parte da Holanda, Luxemburgo e Portugal. Outras foram conseguidas através da cooperação multilateral designadamente com a UNICEF e a OPEP e, também, através de empréstimos e linhas de créditos junto do Banco Mundial, Banco Africano de Desenvolvimento e de instituições financeiras portuguesas.

Relativamente ao ensino superior, a Figura 2.8 mostra graficamente a distribuição do número de salas de aula por instituição e a área geográfica da sede das instituições em 2007/08.

Algumas das instituições referidas na Figura 2.8 têm extensões noutros municípios. Existe na Praia um Pólo do ISCEE, e no município do Mindelo um Pólo do ISE (actualmente um Departamento da Uni-CV) e outro da UniPiaget em 2007/08.



**Figura 2.8 – Número de salas por instituição de ensino superior em 2007/08**

O Plano Estratégico para a Educação e Formação Profissional elaborado pelo Projecto de Modernização da Educação e Formação (PROMEF) em 2002 descreve uma programação até 2010, a nível concelhio, em matéria de construção de equipamentos educativos, nos vários níveis de ensino.

A Tabela 2.11 apresenta a programação das intervenções em jardins-de-infância para a educação pré-escolar.

**Tabela 2.11 – Intervenções em construções escolares previstas até 2010**

Municípios mais carenciados	Número de salas previstas na Educação pré-escolar			Observações
	Até 2005	Entre 2006 a 2010	Total	
São Vicente	18	7	25	Municípios de forte crescimento demográfico
Praia	13	15	28	
Sal	10	2	12	
São Miguel	9	3	12	
Santa Catarina	10	6	16	
Tarrafal	7	2	9	Municípios onde a equidade é inferior á média nacional
Porto Novo	4	2	6	
Mosteiros	4	1	5	
Santa Cruz		4	4	
Paul	1	1	2	
São Nicolau		2	2	
<b>Total</b>	<b>76</b>	<b>45</b>	<b>211</b>	

Fonte: PROMEF

No ensino básico, o Plano Estratégico tinha previsto a desafectação de 69 salas de aula sem as condições normais de funcionamento até 2005. Algumas já foram efectivamente desafectadas, mas ainda hoje existem muitas a funcionar. Entre 2005-2010, esse Plano tem previsto a afectação e construção de mais 91 salas de aula, justificando que se deve à nova previsão de aumento da população escolar. Os municípios de Santa Catarina (15 salas), Praia (13 salas), São Vicente (13 salas) e Santa Cruz (4 salas) são aqueles onde o referido Plano prevê maiores intervenções em construções escolares até 2010.

**Tabela 2.12 – Intervenções em construção escolares no ensino secundário**

Município	N.º salas de aulas	Tipo de Intervenção	Ciclos de estudo
Praia	52	Construção/acabamento da ES Palmarejo	1º a 3º
		Proj. Construção da ES Calabaceira	1º a 2º
		Proj. Construção da ES Achada Grande	1º a 2º
São Vicente	39	Construção/acabamento da ES Nova	1º a 3º
		Ampliação/acabam. EICM (Ens. Técnico)	1º a 3º
Santa Catarina	35	Proj. Construção da ES Achada Leitão	1º a 2º
		Proj. Construção da ES Achada Lém	1º a 2º
Ribeira Grande	18	Proj. Construção da ES Coculi	1º a 3º
		Proj. Construção ES Manta Velha	1º a 2º
Santa Cruz	16	Proj. Construção ES João Teves	1º a 3º
São Domingos	13	Construção recente da ES S.Domingos	1º a 3º
		Proj. Construção da ES Rui Vaz	1º a 2º
Porto Novo	10	Construção recente da Esc. Técnica P.Novo	1º a 3º
		Proj. Construção da ES Ribeiras das Patas	1º
São Filipe	8	Proj. Ampliação da ES Cova Figueira	1º a 2º
		Proj. Ampliação da ES Ponta Verde	1º
Mosteiros	4	Proj. Ampliação da ES Mosteiros	1º a 3º
Tarrafal	6	Proj. Construção da ES Chão Bom	1º a 2º
São Miguel	4	Em Construção ES de São Miguel	1º a 3º
Sal	4	Proj. Construção da ES Santa Maria	1º a 2º
Maio	4	Proj. Ampliação da ES Maio	1º a 3º
São Nicolau	2	Proj. Ampliação da ES do Tarrafal	1º a 2º
Paul	3	Conservação de Instalação da ES Eito	1º a 2º
Boa Vista	0	Conservação de Instalação da ES Boa Vista	1º a 3º
Brava	1	Conservação de Instalação da ES Brava	1º a 3º

Fonte: PROMEF

Analisando as intervenções previstas para os vários níveis de ensino, constata-se que além da normalização e, algumas vezes, diminuição de efectivos discentes, ainda se prevê uma grande quantidade de construções escolares em Cabo Verde. No entanto, além dessa

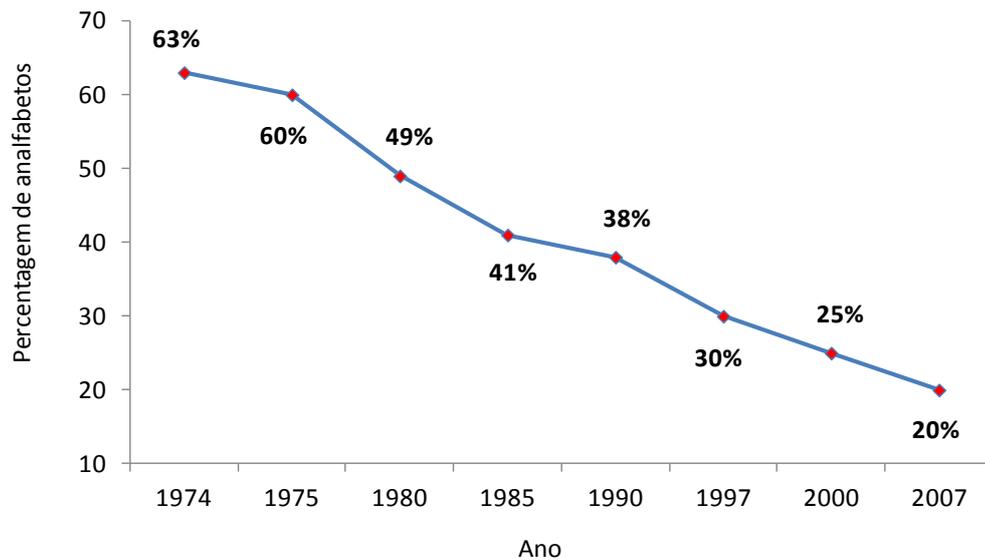
programação não incluir a construção de outros equipamentos educativos, designadamente laboratórios, espaços administrativos, etc., que são importantes para um bom funcionamento do sistema educativo, e conseqüentemente, para a melhoria da qualidade da educação, não refere questões importantes relativas à localização dos equipamentos educativos.

Seguramente, está-se a incorrer nos mesmos “erros” ocorridos na década de 1990 em matéria de planeamento de equipamentos educativos. Outro problema que ainda persiste, tem a ver com a ausência de alguns instrumentos norteadores e/ou critérios de planeamento da educação relacionados com a tipologia de escolas e salas a serem construídas, critérios esses que estabeleçam o tipo de construção segundo determinadas variáveis: capacidade ou número de alunos máxima que deve ter um estabelecimento do ensino básico ou secundário por ano, ciclo de estudo e distribuição geográfica, dimensão padrão das salas normais, dimensão das salas/laboratórios específicos, etc. A maioria dessas intervenções sobretudo ao nível do ensino secundário já se iniciou e algumas até já estão em funcionamento.

Perante estas análises, torna-se pertinente e oportuno o lançamento do debate sobre a problemática da localização dos equipamentos educativos em Cabo Verde. No entanto, não se trata de um problema que apenas incide sobre a educação, mas sim de todos os sectores que directa ou indirectamente estão implicados no planeamento de equipamentos colectivos.

### **Alfabetização e educação de adultos**

De acordo com os dados do Relatório do PNUD de 1997, em 1974 a taxa de analfabetismo era de 63%. Em 2004, trinta anos mais tarde, essa taxa passou a situar-se nos 20%, depois de ter estado em 25% no ano de 2000. Os dados do Questionário Unificado de Indicadores Básicos de Bem-Estar (QUIBB) referentes ao ano de 2007 e divulgados pelo INE (2008) apontam para uma taxa de alfabetização de 79,6% (87,0% para os homens e 73,1% para as mulheres).



**Figura 2.9 – Evolução da taxa de analfabetismo de 1974 a 2007**

Um dos grandes objectivos do Programa de Alfabetização é a universalização da educação de base de jovens e de adultos visando dar a todos os que queiram a possibilidade de terminarem a escolaridade básica obrigatória, o que lhes dá o passaporte para a continuação dos estudos, quer académicos, quer de formação profissional existentes no país. Assim, as acções realizadas têm abrangido jovens e adultos, principalmente os da faixa etária dos 15 aos 35 anos. Apesar de não se ter sido cumprido o objectivo da eliminação do analfabetismo em Cabo Verde, a taxa de analfabetismo em 2004 entre a população de 15 a 35 anos rondava os 5%. Em 2000, apenas 7,6% da população de 15 a 34 anos foi considerada analfabeta (INE, 2002). Entretanto, acções devem ser desenvolvidas no sentido de não só diminuir o número de analfabetos como também evitar o analfabetismo de retorno e alargar o acesso às tecnologias de informação e das comunicações. As acções de alfabetização e pós-alfabetização eram ministradas através de uma rede de 426 círculos de cultura, dos quais 50,2% estavam situados na ilha de Santiago. A maior parte dos círculos de cultura funciona em edifícios escolares do ensino básico no período pós-laboral.

### **Despesas com a educação**

A participação do Orçamento da Educação (OE) no Orçamento Geral do Estado (OGE) passou de 9,4% em 1980 para 20,7% em 2003, enquanto no PIB passou de 4,4% para 8,6%

no mesmo período [Tabela 2.13]. As despesas públicas nos sectores da Educação e Formação representaram cerca de 23% das despesas do orçamento geral do Estado de 2007. Em 2008, a participação do Orçamento da Educação no OGE baixou para 16,4% [Tabela 2.14].

**Tabela 2.13 – Despesas com a Educação no PIB e OGE entre 1980 e 2003**

Indicadores	1980	1985	1990	1997*	2000*	2003
Peso das despesas c/ a Educação no PIB	4,4%	5,6%	5,9%	8,5%	7,1%	8,6%
Peso das despesas c/ a Educação no OGE	9,4%	10,0%	13,0%	18,0%	20,2%	20,7%
Custos Unitários em 2000** (10 <sup>3</sup> Escudos Cabo Verdianos)						
Nível de ensino	Despesas de investimento		Despesas de funcionamento.		Despesas totais	
Educação pré-escolar	-		5,4		5,4	
Ensino básico	3,1		16,4		19,5	
Ensino secundário	18,4		32,0		50,4	
Ensino médio	-		48,8		48,8**	
Ensino superior	18,0		72,8		90,8**	

\*MFP/ME - Revisão da Despesa Pública Educação - 2000. \*\* Não se incluem as despesas com Bolsas de Estudo

Fonte: GEP/Ministério da Educação

A Tabela 2.14 apresenta os Orçamentos da Educação e Geral do Estado discriminados por componentes (funcionamento e investimento) em 2008 (GEP, 2008).

**Tabela 2.14 – Orçamentos da Educação e Geral do Estado em 2008**

Rubrica	Orçamento da Educação	Orçamento Geral do Estado	Percentagem
Funcionamento	6.070.854.874	27.014.195.412	22,5%
Investimento	1.244.544.135	17.581.031.645	7,1%
Total	7.315.399.009	44.595.227.057	16,4%

Fonte: Boletim Oficial de 2007

Estudos sobre a revisão das despesas públicas realizados em 2001 pelo Ministério das Finanças estimaram que o custo unitário por aluno no ensino básico rondava os 19.500 escudos cabo-verdianos (cerca de 177 euros) e para o ensino secundário situava-se à volta dos 50.400 escudos cabo-verdianos (cerca de 457 euros).

Em Cabo Verde, o preço das construções tem crescido fortemente devido não só ao aumento dos preços dos materiais de construção como também à escassez dos mesmos, principalmente de areia. Cabo Verde dispõe apenas de alguns recursos naturais, importando a quase totalidade dos materiais de construção que consome, levando a que o sector da construção seja muito vulnerável aos condicionalismos externos.

Segundo a DGRAGC (2007), Cabo Verde importava em 2007 cerca de 80% dos materiais e equipamentos para as construções a partir de vários destinos, de onde se destaca Portugal com cerca de 50%. O aumento do preço dos materiais de construção em Cabo Verde é resultante principalmente do aumento dos preços do cimento (aumentou 15%, passando 5,22 euros em 2004 para 5,99 euros/sacos de 50 kg em 2006) e da areia (aumentou 50%, passando de 242 euros para 363 euros/carradas, aproximadamente 7 a 8 m<sup>3</sup>) no período de 2004 a 2006.

No que se refere ao custo das construções, em 1995 o custo de uma escola secundária de 24 salas equipadas e mobiladas e com espaços para os outros serviços (administrativos, placa desportiva, cantina, sala de informática, etc.) custava cerca de 150.000.000 escudos cabo-verdianos (cerca de 1.360 mil euros), o que correspondia a um custo unitário de 6.250.000 escudos cabo-verdianos por sala (57 mil euros) destinadas para o ensino secundário e variando entre 1.500.000 e 2.100.000 escudos cabo-verdianos (entre 14 e 19 mil euros) por uma sala do ensino básico.

Em Julho de 2004, o Banco Árabe para o Desenvolvimento Económico em África concedeu ao Governo de Cabo Verde um crédito no valor de 3,6 milhões de dólares, reembolsável em 30 anos com um período de isenção de seis anos e uma taxa de juro de 1%, para a construção e equipamento de duas escolas secundárias na ilha de Santiago (uma com 20 salas de aula e outra com 17 salas de aula).

A Tabela 2.15 apresenta o Programa de Investimento de 2004 do Ministério da Infra-estruturas e Transportes de Cabo Verde relativamente à componente “Consolidação, Modernização e Expansão do Sistema Educativo” (construções escolares) no ensino secundário por ilha, município e montante previsto (em escudos cabo-verdianos e em euros).

De acordo com os dados da Tabela 2.15, o montante previsto para a componente “Consolidação, Modernização e Expansão do Sistema Educativo” foi de 977.397.515 escudos cabo-verdianos (8.864.077,59 euros). Este montante representa 18,4% do montante total do Programa de Investimento de 2004 (que está estimado em 5.311.943.021,74 escudos cabo-verdianos, cerca de 48.174.334,74 euros).

**Tabela 2.15 – Programa de Investimento – 2004 – sector da educação**

Ilha	Município	Projecto	Montante previsto	
			Escudos cabo-verdianos	Euros
Santo Antão	Paul	Ampliação/remodelação da escola secundária de Januário Leite	30.503.000	276.633,56
	Porto Novo	Conclusão e equipamentos da escola técnica do Porto Novo	8.500.000	77.087,02
	Ribeira Grande	Renovação da Escola secundária da Ribeira das Patas e Liceu de Coculi	68.347.900	619.851,27
Santiago	Praia	Ampliação/remodelação e equipamentos da escola secundária da Achada Grande Frente	38.000.000	344.624,31
	Praia	Ampliação/remodelação e equipamentos da escola secundária da Calabaceira	38.000.000	344.624,31
	São Domingos	Ampliação da escola secundária de São Domingos: bloco integrado, instalações desportivas e bloco administrativo	55.000.000	498.798,35
	Praia	Conclusão da cave da escola secundária do Palmarejo	15.000.000	136.035,91
	Tarrafal	Construção e equipamentos da escola secundária de Chão Bom (Tarrafal)	62.877.400	570.238,97
	Santa Catarina	Construção e equipamentos da escola secundária de Achada Falcão	159.496.602	1.446.484,40
	Santa Catarina	Construção e equipamentos da escola secundária de Achada Leite (Picos)	64.771.100	587.413,05
	Praia	Construção e equipamentos da escola secundária de Cidade Velha	61.805.590	560.518,66
	Santa Cruz	Construção e equipamentos da escola secundária de João Teves	75.391.332	683.728,58
	Santa Cruz	Remodelação do bloco antigo da escola secundária de Santa Cruz	11.500.000	104.294,20
Boa Vista	Boa Vista	Ampliação e equipamentos da escola secundária da Boa Vista	17.500.000	158.708,57
Maio	Maio	Ampliação/equipamentos da esc. sec. do Maio	62.817.938	569.699,71
S.Nicolau	S.Nicolau	Conclusão da esc. secundária do Tarrafal de São Nicolau	12.000.000	108.828,73
Sal	Sal	Construção do 4º bloco de salas da escola secundária Olavo Moniz	64.000.000	580.419,90
Fogo	Mosteiros	Ampliação/renovação da esc. sec. dos Mosteiros	73.495.654	666.536,56
	São Filipe	Construção e equipamentos da escola secundária de Ponta Verde	58.391.000	529.551,53
<b>Total</b>			<b>977.397.516</b>	<b>8.864.077,59</b>

Fonte: Ministério da Infra-estruturas e Transportes

Do montante destinado para a componente “Consolidação, Modernização e Expansão do Sistema Educativo”, cerca de 60% estão destinados para as construções, remodelações e equipamentos escolares na ilha de Santiago. As ilhas de São Vicente e da Brava não foram contempladas no Programa de Investimento de 2004. O montante mais elevado foi previsto para a construção e equipamento da escola secundária de Achada Falcão, situada no município de Santa Catarina, orçado em 159.496.602 escudos (cerca de 1.446.484,40 euros).

## Capítulo III – Fundamentação teórica

---

Neste capítulo abordamos um conjunto de conceitos para o desenvolvimento da tese, relacionados com o planeamento dos equipamentos colectivos, com a teoria de localização, com os modelos de optimização (programação matemática), com os modelos de localização de equipamentos colectivos e com os respectivos métodos de resolução. Descrevemos de forma resumida vários trabalhos ou estudos sobre a localização de equipamentos educativos realizados em Portugal e no Brasil. Por último, apresentamos os conceitos relacionados com os sistemas de informação geográfica.

### 3.1 Planeamento de equipamentos colectivos

A rede educativa é um tipo particular de rede de equipamentos colectivos, que dá lugar a problemas de planeamento semelhantes aos que se colocam no caso dos equipamentos de saúde, assistência social, justiça, segurança pública, cultura, desporto, recreio e outros. Estes problemas têm uma componente estratégica – da esfera do ordenamento do território – mas são sobretudo de natureza operacional; isto é, está essencialmente em causa determinar a forma de promover a oferta de um dado serviço de modo a responder o melhor possível à procura de que esse serviço é objecto (Antunes, 2001).

As decisões associadas ao planeamento (operacional) de equipamentos colectivos situam-se em três níveis. O primeiro nível tem a ver com questões de localização. Ou seja, pretende-se saber onde devem ser abertos novos equipamentos, onde deve ser expandida ou diminuída a capacidade de equipamentos, e onde devem ser encerrados equipamentos actualmente existentes. Num segundo nível trata-se de questões de capacidade, estando em causa saber a dimensão dos equipamentos a abrir e as alterações de dimensão a promover em equipamentos existentes. Finalmente, o terceiro nível relaciona-se com a atribuição dos utentes aos equipamentos. Este nível de decisão apenas existe nos casos em que a entidade responsável deseja (e tem condições para) condicionar a utilização dos equipamentos pelos utentes. No caso de equipamentos como escolas esse condicionamento existe frequentemente, mas tal não acontece, por exemplo, com parques urbanos.

Através das decisões referidas – localização, capacidade e, eventualmente, atribuição – procuram-se atingir vários objectivos, em alternativa ou simultaneamente. Um objectivo sempre presente no planeamento de equipamentos diz respeito à satisfação da procura. Mas, em geral, há muitas formas possíveis de a garantir. Dessas formas, em termos económicos, a mais favorável será aquela a que se associam os custos sociais mais baixos (em que se incluem também os custos que os utentes têm de suportar por exemplo com as deslocações para os equipamentos). Um outro objectivo que normalmente se coloca – nomeadamente no caso das escolas – é o de maximizar a acessibilidade (agregada) dos utentes aos equipamentos, considerando um dado volume de investimento ou um dado

número máximo de equipamentos. Nos casos em que, por limitações financeiras ou outras, não é possível satisfazer a procura, um objectivo frequentemente considerado é o de maximizar a cobertura da procura, ou seja, o de maximizar o número de utentes que se encontra a uma dada distância ou tempo de viagem máximo de (ao menos) um equipamento. Todos os objectivos referidos têm em conta o conjunto dos utentes. Ora, em alguns casos, e nomeadamente no caso de equipamentos de emergência médica, devem prevalecer objectivos de equidade, nos termos dos quais as decisões são tomadas de maneira a favorecer os utentes mais mal servidos (mais distantes) dos equipamentos.

Na prossecução dos objectivos referidos há que ter em conta condicionantes de ordem vária. Desde logo, é necessário ponderar as limitações orçamentais enfrentadas pelas entidades responsáveis pela administração dos equipamentos – uma solução pode ser muito interessante do ponto de vista dos custos sociais, mas se envolver custos financeiros excessivos para aquelas entidades deixa de ser exequível. Outras condicionantes importantes têm a ver com a capacidade dos equipamentos, que normalmente devem estar compreendidas entre dados níveis máximos e mínimos. Com efeito, capacidades demasiado elevadas podem tornar difícil a gestão dos equipamentos enquanto capacidades muito reduzidas podem levar a custos unitários excessivamente altos. Além disso, certos equipamentos só podem funcionar adequadamente em termos técnicos e sociais se atenderem um dado número mínimo de utentes. Tal acontece, nomeadamente, com as escolas, que dificilmente conseguirão desempenhar o seu papel de socialização das crianças se o número de alunos for muito baixo. No caso de certos equipamentos, incluindo as escolas, há ainda que ter em consideração a natureza modular dos equipamentos. No caso das escolas, o módulo é a sala de aulas ou o conjunto de salas de aula, e as decisões relativas à capacidade têm de ter este facto em conta. Também importantes são as condicionantes relativas à acessibilidade. Uma solução pode ser muito favorável deste ponto de vista para o conjunto dos utentes, mas ser demasiado fraca para alguns deles, e por este facto (que se prende com preocupações de equidade como aquelas que acima foram referidas) ser inaceitável. Estas são condicionantes típicas, mas muitas outras podem existir.

Várias abordagens aos problemas de planeamento de equipamentos colectivos são possíveis. A mais simples consiste em considerar uma procura de referência (suficientemente desfavorável) e determinar a configuração ideal da rede de equipamentos para essa procura, considerando o(s) objectivo(s) – por exemplo a minimização dos custos e/ou a maximização da acessibilidade – e as condicionantes aplicáveis. A entidade responsável pela administração dos equipamentos procederia então, progressivamente, à conversão da rede existente nessa rede ideal. No entanto, esta abordagem não contempla certos ingredientes característicos dos problemas em causa. Nomeadamente, ao não ter em conta a evolução temporal da procura, não permite que a oferta de equipamentos seja equacionada de forma dinâmica, de maneira a que em cada período se procure a adequação entre a oferta e a procura.

## 3.2 Teoria da Localização

Localização é o termo usado em geografia e áreas afins para designar a posição de algo no espaço físico, ou seja, na superfície terrestre. Já nas áreas económica e empresarial, o termo localização associa-se ao local onde se situa a base de operação, onde são fabricados os produtos e/ou onde se faz a administração de empreendimentos (Moreira, 1996).

O estudo científico das questões da localização remonta ao século XVIII, tendo-se constituído desde então um vasto corpo de conhecimentos a que é dada a designação de teoria da localização (ou análise de localização). O interesse nesta matéria tanto se expressou pelo lado da matemática como pelo lado da economia.

No que respeita ao primeiro é de mencionar o envolvimento de um dos matemáticos mais célebres daquele século, Fermat, relativamente ao problema da localização do ponto central (no plano) relativamente a um conjunto de pontos, a que se referem Love et al. (1988) e Hurter e Martinich (1989): “deixe que ele, que não aprova o meu método de tentativas, procure encontrar a solução do seguinte problema: dados três pontos em um plano encontre um quarto ponto tal que a soma das distâncias aos três pontos seja mínima”. Este problema foi retomado por Steiner em 1837 e mais tarde generalizado de três para qualquer número de pontos (Novaes e Rosseto, 1993).

O estudo económico das questões da localização foi iniciado por Richard Cantillon em 1755 através do livro *Essai sur la nature du commerce en générale*, que se focou essencialmente no tema da descentralização da produção (Lajugie et al., 1985). No entanto, a primeira obra de grande envergadura da teoria da localização é devida ao economista alemão Johann Heinrich Von Thünen (1783-1850), que publicou em 1826 um estudo sobre localização agrícola que intitulou “*Der isolierte staat in Beziehung auf Landwirtschaft und Nationalökonomie*” (A Cidade Isolada). Neste estudo analisa-se a influência do efeito da distância e dos custos de transporte na localização da produção agrícola, nas formas de ocupação do espaço, nos preços dos produtos agrícolas e no rendimento dos agricultores, assim como a influência do crescimento das cidades sobre a área rural cultivada.

Uma outra obra marcante é devida a Alfred Weber (1868-1958) que publicou em 1909 sob o título “*Über den Standort der Industrien*” o primeiro estudo sobre localização industrial. Concretamente, Weber preocupou-se com a melhor localização para uma unidade fabril tendo em conta o custo de transporte das matérias-primas nela usadas a partir dos respectivos locais de produção (ou venda) e o custo de transporte dos produtos acabados para os mercados onde eram consumidos. Weber incorporou parcialmente os estudos de Thünen e teve-os em conta na análise dos factores que influenciam a localização industrial. Para vários autores (e.g. Love et al., 1988, Hurter e Martinich, 1989; Brandeau e Chiu, 1989; Ballou, 1999) deve-se a Weber a primeira tentativa de uma teoria geral da localização. No grupo de autores pioneiros da teoria da localização é ainda usual incluir Walter Christaller, August Lösch e Tord Palander pelos seus trabalhos sobre a localização de lugares centrais, e Harold Hotelling e Edgard Hoover pelos seus estudos sobre localização de empresas em diferentes condições de mercado.

Os problemas de localização de equipamentos colectivos são, em muitos aspectos, essencialmente idênticos àqueles que a localização industrial coloca. No entanto, só no início dos anos 1960, surgiram os primeiros trabalhos especificamente dirigidos a este tipo de problemas. Em particular cumpre aqui referir os estudos de Balinski (1965), Cooper (1963), Kuehn e Hamburger (1963) e Manne (1964), relativos a problemas de minimização dos custos (sociais) de uma rede de equipamentos colectivos, e os de Hakimi (1964, 1965) para problemas de maximização da acessibilidade (designados em teoria da localização

como problemas da  $p$ -mediana). No mesmo período, é ainda de mencionar o trabalho de ReVelle e Swain (1970), os primeiros autores que um problema da  $p$ -mediana como modelo de optimização em notação convencional.

Desde os anos 1970 para cá a teoria da localização tem despertado um interesse cada vez maior, no que diz respeito, em geral, à localização de actividades económicas e, em especial, à localização de equipamentos colectivos. O acervo de conhecimentos adquiridos encontra-se registado em largos milhares de artigos científicos, de que Owen e Daskin (1998), Kilkenny e Thisse (1999), Current et al. (2002), Antunes et al. (2004) e ReVelle e Eiselt (2005) apresentam recensões (relativamente) recentes.

### 3.3 Modelos de optimização

Os problemas de localização de equipamentos são geralmente abordados com base em modelos de optimização. O termo modelo designa uma representação de uma realidade efectuada com maior ou menor grau de formalismo (Vernadat, 1996). Gilbert e Boulter (1998) consideram como sendo um modelo qualquer representação de uma ideia, um evento, um objecto, um processo ou um sistema. Nesta perspectiva, Luna (1995) refere que um modelo é uma representação lógica de um sistema.

Os modelos (matemáticos) de optimização podem ser classificados relativamente a um grande número de critérios. Em particular, tem interesse a classificação que é feita considerando o tipo (linear ou não-linear) das expressões matemáticas e o domínio das variáveis (contínuo ou discreto) que nele intervêm, em termos da qual é efectuada a apresentação de modelos que se seguem.

#### 3.3.1 Optimização linear

Um modelo é classificado como de optimização (ou programação) linear se as variáveis são contínuas e a função-objectivo e todas as restrições são descritas por funções lineares (Luna, 1995). A sua formalização é a seguinte:

$$\text{minimizar } f(x) \quad (3.1)$$

sujeito a:

$$g_i(x) = 0 \quad \forall i \in I^0 \quad (3.2a)$$

$$g_i(x) \leq 0 \quad \forall i \in I^- \quad (3.2b)$$

$$g_i(x) \geq 0 \quad \forall i \in I^+ \quad (3.2c)$$

$$x = (x_1, \dots, x_n)^T \geq 0 \quad (3.3)$$

em que as variáveis  $x_1, \dots, x_n$  são contínuas (e não negativas) e as funções  $f$  e  $g_i (i \in I = I^0 \cup I^- \cup I^+)$  são lineares.

Os modelos de optimização linear são amplamente utilizados porque são aplicáveis a um grande número de problemas reais com grande significado económico e porque, em muitos casos, podem ser resolvidos de forma exacta em tempo relativamente reduzido. Os métodos mais utilizados para o efeito são o Método Simplex, desenvolvido por George Dantzig em 1947 (Dantzig, 1963) e os relativamente recentes Métodos de Ponto Interior (Karmarkar, 1984; Vanderbei, 2008).

Muitos problemas de optimização relativos a redes podem ser representados por modelos de optimização linear. Tal acontece, por exemplo, com o denominado problema dos transportes, ou seja, o problema de determinar a forma de servir uma procura distribuída por vários “pontos” com base em vários “pontos” de oferta de capacidade conhecida de maneira a minimizar os custos de transporte – problema esse que é relevante para a atribuição de utentes a equipamentos. A formulação do modelo é a seguinte:

$$\text{minimizar } \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \quad (3.4)$$

sujeito a:

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} \leq S_j \quad \forall j = 1, 2, \dots, m \quad (3.5)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \leq D_i \quad \forall i = 1, 2, \dots, n \quad (3.6)$$

$$x_{ij} \geq 0 \quad \forall i, j \quad (3.7)$$

onde  $m$  é o número de pontos de procura,  $n$  é o número de pontos de oferta,  $c_{ij}$  é o custo de transporte entre os pontos  $i$  e  $j$ ,  $x_{ij}$  é a procura do ponto  $i$  servida a partir do ponto de oferta  $j$ ,  $D_i > 0$  é a procura do ponto  $i$  e  $S_j > 0$  é a capacidade de oferta no ponto  $j$ .

### 3.3.2 Optimização linear inteira

Os modelos de optimização em que a função-objectivo e as restrições são lineares e em que existe ao menos uma variável que apenas pode assumir valores inteiros são denominados modelos de optimização inteira (pura no caso de todas as variáveis serem inteiras ou mista se apenas algumas o forem). No caso dos valores inteiros que as variáveis podem assumir serem apenas zero e um, o modelo de optimização inteira é designado por modelo de optimização combinatória (ou binária).

A resolução de modelos deste tipo é bastante mais complexa que a dos modelos de optimização linear. Os métodos gerais (aplicáveis a qualquer modelo deste tipo) de resolução exacta mais usados são o Método dos Planos de Corte, o Método de Branch-and-Bound e o Método de Branch-and-Cut, que combina os dois anteriores (Wolsey, 1998). Estes métodos podem não ser eficazes em instâncias de grande dimensão. Nestes casos, é necessário recorrer a métodos especializados exactos, desenvolvidos especificamente para o modelo a resolver, ou a métodos heurísticos. Estes métodos não garantem a identificação de uma solução óptima mas, em muitos casos, permitem determinar uma solução suficientemente boa. Até meados dos anos 1970, os métodos heurísticos eram sobretudo do tipo pesquisa local (“local search”), tendo a desvantagem de ficarem frequentemente bloqueados em soluções óptimas locais de qualidade relativamente baixa.

Desde então têm surgido novos métodos em que tal acontece muito menos, pois contêm procedimentos adequados para lidar com aquele tipo de bloqueamentos. Os métodos de pesquisa tabu (“tabu search”), recozimento simulado (“simulated annealing”) e algoritmos

genéticos são porventura, entre estes métodos, os mais conhecidos (Reeves, 1993; Michalewicz e Fogel, 2004; Talbi, 2009). Mas existem muitos outros, alguns deles surgidos muito recentemente como o método dos grupos de partículas (“particle swarm”) e o método da entropia cruzada (“cross entropy”), que também se têm vindo a revelar eficazes para certos tipos de problemas (Kennedy e Eberhart, 1995; Rubinstein e Kroese, 2004; Rubinstein et al., 2006).

Os modelos de optimização inteira e, em particular, os de optimização combinatória, têm grande aplicação em problemas de equipamentos colectivos, pois as decisões relativas à localização dos mesmos devem ser representadas por variáveis binárias. Igualmente, as decisões relativas à capacidade, nomeadamente no caso de esta ser modular (como, no caso do equipamento educativo em que o módulo é a sala de aula ou o conjunto de salas de aula), devem ser representadas por variáveis inteiras.

### 3.3.3 Optimização não-linear

Em certos casos, um problema de optimização só pode ser representado por um modelo em que a função-objectivo ou ao menos uma das restrições é não-linear. Neste caso o modelo é dito de optimização não-linear se todas as variáveis forem contínuas, ou de optimização não-linear inteira, se ao menos uma das variáveis for inteira. Estes modelos são, em geral, na prática, bastante mais difíceis de resolver de forma exacta do que os modelos lineares. Excepto no caso da função-objectivo ser convexa, é normalmente necessário recorrer a métodos heurísticos – como aqueles que se referiram anteriormente – para determinar a solução. Os problemas de localização de equipamentos colectivos raramente necessitam de ser representados por modelos deste tipo (quando existem funções não-lineares elas podem ser substituídas por funções lineares por troços).

## 3.4 Modelos de Localização de Equipamentos Colectivos

### 3.4.1 Introdução

Os problemas de localização de equipamentos colectivos a que nos referimos na Secção 3.2 podem ser representados por modelos de optimização que, em geral, são do tipo linear inteiro misto. Estes modelos estão na origem de uma vastíssima literatura (seguramente mais de 5000 artigos publicados em revistas científicas). O essencial dessa literatura encontra-se recenseado em Current et al. (2002) e ReVelle e Eiselt (2005), e sintetizado de forma didáctica em Daskin (1995). Em seguida apresentam-se dois dos modelos básicos de localização de equipamentos colectivos mais estudados e algumas das extensões mais significativas desses modelos, e faz-se referência a alguns modelos avançados.

### 3.4.2 Modelos básicos

Dos dois modelos que serão referidos, o primeiro a ter atraído a atenção dos investigadores corresponde ao denominado problema UFLP (iniciais de "Uncapacitated Facility Location Problem"). Este modelo, que se aplica a um conjunto de centros ( $j = 1, \dots, J$ ) onde se supõe estar concentrada a procura (os utentes) e a um conjunto de sítios ( $k = 1, \dots, K$ ) onde estão instalados ou é possível instalar os equipamentos, tem em vista a determinação da localização e capacidade dos equipamentos e a atribuição dos utentes aos equipamentos que minimiza os custos totais da rede de equipamentos. Os custos totais englobam custos fixos de instalação e exploração (não dependentes do número de utentes) e custos variáveis (com o número de utentes) de instalação, exploração e também transportes. O modelo em causa pode ser formulado do seguinte modo:

$$\min C = \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K c_{v_{jk}} u_j x_{jk} + \sum_{k=1}^K c_{f_k} y_k \quad (3.8)$$

sujeito a:

$$\sum_{k=1}^K x_{jk} = 1, \forall j \quad (3.9)$$

$$x_{jk} \leq y_k, \forall j, k \quad (3.10)$$

$$x_{jk} \geq 0, \forall j, k \quad (3.11)$$

$$y_k \in \{0,1\}, \forall k \quad (3.12)$$

onde  $C$  é o custo do sistema;  $x_{jk}$  é a proporção de utentes do centro  $j$  atribuídos ao equipamento do sítio  $k$ ;  $y_k$  é uma variável cujo valor é 1 se no sítio  $k$  se instalar (ou mantiver instalado) um equipamento e é 0 de contrário;  $c_{v_{jk}}$  é o custo variável para um equipamento a instalar (ou instalado) no sítio  $k$  por utente do centro  $j$ ;  $u_j$  é o número de utentes do centro  $j$ ; e  $c_{f_k}$  é o custo fixo para um equipamento a instalar (ou instalado) no sítio  $k$ .

A resolução deste modelo de optimização inteira mista com  $J.K$  variáveis contínuas ( $x_{jk}$ ) e  $K$  variáveis binárias ( $y_k$ ), e  $J.(K+1)$  restrições, permite determinar a localização óptima dos equipamentos ( $y_k^* = 1$ ), a atribuição óptima dos utentes aos equipamentos ( $x_{jk}^*$ ) e a capacidade óptima dos equipamentos  $z_k^* = \sum_j u_j x_{jk}^*, \forall k$ . A função-objectivo (3.8) exprime a minimização dos custos, as restrições (3.9) asseguram que a procura de cada centro será servida na totalidade (100%), e as restrições (3.10) garantem que a procura será servida em sítios onde estiver disponível um equipamento ( $y_k = 0 \Rightarrow x_{jk} = 0, \forall j, k$ ).

O segundo modelo é semelhante ao que se acabou de descrever mas o objectivo é o de maximizar a acessibilidade dos utentes aos equipamentos, o que é equivalente a minimizar a soma das distâncias (ou dos tempos, ou dos custos de viagem) a que os utentes se encontram dos equipamentos que os servem, dado o número de equipamentos a instalar (e instalados) na rede. Este modelo é designado por modelo da  $p$ -mediana. Em termos matemáticos é representado da seguinte forma:

$$\min_{\mathbf{x}, \mathbf{y}} D = \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K d_{jk} u_j x_{jk} \quad (3.13)$$

sujeito a:

$$\sum_{k=1}^K x_{jk} = 1, \quad \forall j \quad (3.14)$$

$$x_{jk} \leq y_k, \quad \forall j, k \quad (3.15)$$

$$\sum_{k=1}^K y_k = p \quad (3.16)$$

$$x_{jk} \geq 0, \quad \forall j, k \quad (3.17)$$

$$y_k \in \{0,1\}, \quad \forall k \quad (3.18)$$

onde  $D$  é a distância (tempo ou custo de viagem) agregada e  $p$  é o número de equipamentos instalados e a instalar.

O modelo da  $p$ -mediana tem sido objecto de uma utilização intensiva no domínio do planeamento de equipamentos colectivos na medida em que contorna aquela que é, em muitos casos, a grande dificuldade do modelo UFLP: a obtenção de valores para os custos (nomeadamente de transportes).

Um dos aspectos a notar a respeito de ambos os modelos é o facto da solução óptima ser caracterizada, inevitavelmente, por todos os utentes de um mesmo centro serem atribuídos ao mesmo equipamento (isto é, será,  $x_{jk} = 0$  ou  $1$ ,  $\forall j, k$ ) – aquele a que corresponderem os custos variáveis mais baixos no caso do modelo UFLP ou o mais próximo no caso do modelo da  $p$ -mediana.

### 3.4.3 Extensões

As extensões dos modelos básicos apresentados têm a ver, nomeadamente, com a consideração de limites para a distância a que os utentes se encontram dos equipamentos, para o orçamento disponível para intervenção na rede e para as capacidades máximas e mínimas dos equipamentos.

No que respeita aos limites de distância, não é verdadeiramente necessário alterar os modelos, pois basta fazer a seguinte transformação nos dados:

$$c_{v_{jk}} \text{ (ou } d_{jk}) = G \iff d_{jk} > d^+ \quad (3.19)$$

onde  $G$  designa um número grande (relativamente ao valor dos custos) e  $d^+$  é a irradiação máxima do equipamento.

A utilização deste artifício funciona porque, através dele, se penaliza fortemente (tanto quanto se quiser, conforme o valor escolhido para  $G$ ) a ultrapassagem do limite de distância, encarregando-se o próprio processo de resolução do problema de eliminar as soluções que o violem.

A presença de limites postos pelo orçamento do promotor dos equipamentos pode ser traduzida por uma das duas restrições seguintes:

$$\sum_{k=1}^K y_k \leq p \quad (3.20a)$$

$$\sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K c_{vp_{jk}} u_j x_{jk} + \sum_{k=1}^K c_{f_k} y_k \leq b \quad (3.20b)$$

onde  $c_{vp_{jk}}$  representa os custos variáveis pagos pelo promotor dos equipamentos e  $b$  é o orçamento disponível para a intervenção.

A restrição (3.20a) define o número máximo de equipamentos a instalar, número esse que geralmente influencia significativamente a despesa efectuada pelo promotor dos equipamentos, e a restrição (3.20b) impõe um limite máximo à despesa efectuada pelo promotor dos equipamentos (no caso a despesa total, mas poderia ter-se considerado apenas as despesas de instalação).

No modelo que resulta da consideração da restrição (3.20a), e tal como atrás, a solução óptima será caracterizada, seguramente, por todos os utentes de um mesmo centro serem atribuídos ao mesmo equipamento; mas, no que resulta da consideração da restrição (3.20b), pode acontecer que seja preferível distribuir os utentes por mais do que um equipamento, desde que a poupança resultante de atribuir utentes a equipamentos com custos variáveis de promoção mais baixos, autorize o funcionamento de um maior número

de equipamentos (com a correspondente diminuição dos custos de transporte e, eventualmente, a consecutiva diminuição do custo do sistema).

A existência de limites superiores ou inferiores de capacidade para os equipamentos, limites estes que se podem justificar por diversas razões, e nomeadamente por razões técnicas (os limites superiores são particularmente importantes no caso de equipamentos que, por razões físicas, não se possam objectivamente expandir), pode formular-se do seguinte modo:

$$q_k^- y_k \leq \sum_{j=1}^J u_j x_{jk} \leq q_k^+ y_k, \quad \forall k \quad (3.21)$$

onde  $q_k^+$  é a capacidade máxima para o equipamento do sítio  $k$  e  $q_k^-$  é a capacidade mínima para o equipamento do sítio  $k$ .

Com a introdução de limites de capacidade define-se o denominado problema CFLP (iniciais de "Capacitated Facility Location Problem"), que pode ser representado, em termos matemáticos, através do seguinte modelo<sup>2</sup>:

$$\min_{\mathbf{x}, \mathbf{y}} C = \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K c_{v_{jk}} u_j x_{jk} + \sum_{k=1}^K c_{f_k} y_k \quad (3.22)$$

sujeito a:

$$\sum_{k=1}^K x_{jk} = 1, \quad \forall j \quad (3.23)$$

$$x_{jk} \leq y_k, \quad \forall j, k \quad (3.24)$$

$$q_k^- y_k \leq \sum_{j=1}^J u_j x_{jk} \leq q_k^+ y_k, \quad \forall k \quad (3.25)$$

$$x_{jk} \geq 0, \quad \forall j, k \quad (3.26)$$

$$y_k \in \{0, 1\}, \quad \forall k \quad (3.27)$$

<sup>2</sup> As restrições (3.25) tornam dispensáveis as restrições (3.24). Porém, na ausência destas últimas, os problemas tornam-se muito mais difíceis de resolver, e por isso elas são mantidas no modelo.

Num problema deste tipo não é de excluir que, no óptimo, os utentes de um mesmo centro sejam atribuídos a equipamentos diferentes; trata-se aliás de uma situação bastante normal, que tenderá a ocorrer logo que a capacidade da escola a que corresponderem os custos variáveis mais baixos estiver completamente ocupada.

### 3.4.4 Modelos Avançados

Os dois modelos básicos acima apresentados (e as suas extensões) não contemplam alguns aspectos importantes na prática do planeamento de equipamentos colectivos, e nomeadamente aspectos que se prendem com a necessidade de contemplar questões de dinâmica e incerteza relacionadas com as intervenções. De seguida, referem-se alguns dos trabalhos em que estas questões são abordadas.

O tema da dinâmica foi tratado pela primeira vez em Manne (1967) e Erlenkotter e Manne (1968), a propósito da questão da expansão de unidades industriais. O tema foi depois retomado em Roodman e Schwartz (1975, 1977) e em Van Roy e Erlenkotter (1982). Neste último trabalho foi apresentado o modelo DUFLP (iniciais de "Dynamic Uncapacitated Facility Location Problem"), ou seja, um modelo semelhante ao modelo UFLP em que a procura é variável ao longo tempo e as decisões de localização são irreversíveis (ou seja, quando é decidido abrir/fechar um equipamento num dado momento, esse equipamento deve permanecer aberto/fechado posteriormente). Outros trabalhos na mesma linha mas em que são considerados limites de capacidade são devidos a Shulman (1991), Antunes e Peeters (2001), Canel et al. (2001) e Melo et al. (2006), sendo que no caso dos três últimos são considerados equipamentos modulares e/ou equipamentos onde são prestados serviços múltiplos. Para informação mais detalhada sobre este tema sugere-se a consulta de Owen e Daskin (1998).

As questões da incerteza têm sido tratadas de forma muito extensiva, como é possível constatar em Owen e Daskin (1998) e, principalmente, na revisão pormenorizada da literatura apresentada em Snyder (2006). A incerteza pode dizer respeito tanto aos parâmetros do modelo, e em particular à procura, como à eficácia da solução. Relativamente ao primeiro caso, os trabalhos mais conhecidos são devidos a Louveaux

(1986) e a Louveaux e Peeters (1992). Neste último é apresentado o modelo SUFLP (iniciais de "Stochastic Uncapacitated Facility Location Problem"), em que é minimizado o valor esperado dos custos de instalação, exploração e transporte considerando vários cenários (discretos) para a procura. Em outros trabalhos, a ênfase é posta não no valor esperado dos custos mas na sua variabilidade ou simultaneamente em ambos os aspectos (Hodder e Jucker, 1985; Velarde e Laguna, 2004). Uma outra via que tem sido considerada é a dos modelos de desvio ("regret"), ou seja, modelos em que, considerando vários cenários para a evolução da procura (ou outro parâmetro) pretendem identificar soluções que funcionem suficientemente bem qualquer que seja o cenário que se realize (Mausser e Laguna, 1998, 1999), ou pelo menos numa percentagem de casos definida à partida (Daskin et al., 1997; Snyder e Daskin, 2006).

### 3.5 Aplicações práticas de modelos de localização de equipamentos educativos

Tal como noutras áreas/sectores, a educação é um sector público onde o interesse tem crescido bastante por parte dos agentes educativos na medida em que pretendem conhecer estratégias adequadas com vista a distribuição espacial das unidades escolares e a obtenção de um grau aceitável de compatibilidade entre características estruturais da rede de transporte e a localização das mesmas.

Neste sentido, têm surgido vários estudos envolvendo modelos de localização de escolas em diversos países no sentido de resolver deficiências de organização e ordenamento da rede escolar. De seguida, referem-se de forma resumida alguns trabalhos ou estudos sobre a localização de escolas realizados em Portugal e no Brasil:

- Viegas (1987) usou um algoritmo de fluxo em redes para seleccionar os locais mais económicos para construir ou expandir uma escola, de modo a limitar a distância máxima de acesso a uma escola, notando que a redução de tal distância exige mais escolas e mais custos. A utilização do algoritmo foi ilustrada com uma aplicação à cidade da Amadora, em Portugal.

- Pizzolato e Silva (1993) apresentaram uma proposta metodológica para a localização de escolas públicas em áreas urbanas, tendo sido subdividida em duas partes complementares: a avaliação da actual localização e proposta de realocação. O estudo destacou a evolução metodológica, desde o uso dos mapas até o emprego de *softwares* da família SIG (sistemas de informação geográfica), como o ArcView e o Georedes. Na mesma linha se situam vários outros estudos e trabalhos realizados pelos mesmos autores (Pizzolato, 1994; Pizzolato e Silva, 1997; Pizzolato et al., 1999; Pizzolato et al., 2004a, 2004b).
- Dutra (1998) definiu os possíveis arranjos de localização de escolas de primeiro grau situadas na cidade de São Carlos, Estado de São Paulo, analisando os custos de deslocamento casa-escola. Utilizou um sistema de informação geográfica como ferramenta capaz de gerar e analisar estes custos, comparando vários momentos: o que se tinha antes da reforma, o que se teve depois, e o que se poderia ter tido com a aplicação do SIG. Os resultados encontrados indicam que o método proposto pode auxiliar as autoridades competentes na definição de localização para novas escolas ou na realocação de matrículas, de forma a melhor atender à comunidade, objectivando a redução de custos de deslocamentos.
- Almeida (1999) desenvolveu uma metodologia para a análise da localização de sistemas educativos em cidades de médio porte. Segundo a autora, essa metodologia pode ser utilizada como instrumento auxiliar no planeamento de sistemas educativos, com ênfase na análise da distribuição espacial das escolas e do acesso dos estudantes às escolas. Para o efeito, estabeleceu mecanismos para a avaliação de uma rede escolar, bem como para a análise de propostas de criação, expansão ou transformação da rede.
- Sampaio (1999) elaborou uma proposta metodológica de localização de escolas numa região de Curitiba. O principal objectivo do trabalho foi de minimizar o caminho percorrido pelos alunos desde suas residências até a escola mais próxima. A localização dessas escolas foi obtida como solução de um problema da *p-*

mediana, utilizando técnicas heurísticas como *simulated annealing* e algoritmos genéticos, e comparando os resultados dessas técnicas.

- Correa (2000) apresentou uma abordagem a um problema real de localização de equipamentos do tipo  $p$ -mediana com restrições de capacidade. O principal objectivo foi otimizar a atribuição de candidatos ao vestibular da Universidade Federal do Paraná aos locais de provas de maneira a diminuir a distância e o tempo total de deslocamento. Os resultados foram obtidos através de duas heurísticas: um algoritmo genético adaptado e uma heurística de pesquisa tabu.
- Antunes e Peeters (2000) descrevem um modelo de optimização dinâmica (multi-períodos) que foi usado em Portugal para formular propostas de planeamento para a evolução das redes do ensino básico e secundário. O estudo foi motivado pelo alargamento do ensino básico de 6 para 9 anos de escolaridade que tinha ocorrido anteriormente. O modelo permite o encerramento de equipamentos ou a redução da sua capacidade, bem como a abertura de novos equipamentos ou a sua expansão, com capacidades limitadas em função de um conjunto de valores pré-definidos. O modelo assume que os custos da instalação dos equipamentos são divididos em componente fixa e em duas componentes variáveis, dependentes, respectivamente da capacidade e da utilização. Outros trabalhos relativos ao planeamento de redes escolares envolvendo o primeiro autor são Antunes (1994), Teixeira et al. (2007) e Teixeira e Antunes (2008).
- Barcelos (2002) fez a avaliação da localização das escolas públicas do ensino fundamental na cidade de Vitória, no Estado do Espírito Santo, tendo em primeiro lugar avaliado a actual localização dessas escolas e, depois, apresentado uma experiência prática resultante do uso das técnicas de investigação operacional. Neste contexto, aplicou modelos sem e com restrições de capacidade e utilizou uma ferramenta SIG, usando dois métodos de resolução: um algoritmo devido a Pizzolato e a técnica de relaxação Lagrangeana descrita em Lorena e Senne (2003).
- Lobo (2003) desenvolveu um modelo da  $p$ -mediana para localizar e dimensionar unidades de educação infantil em Florianópolis respeitando a legislação vigente

referente ao assunto. Mais concretamente, determinou o número óptimo de crianças que devem ser atendidas por unidade de educação e, por outro lado, o número total de unidades do sistema que devem ser implantadas bem como as suas localizações. Ainda sobre a localização de unidades de educação infantil em Florianópolis, dois trabalhos com alguma aproximação em termos de abordagem foram anteriormente realizados por Lobo (1998) e Lobo e Gonçalves (2001).

- Holanda (2006) elaborou uma metodologia para avaliação da acessibilidade na localização de escolas públicas do ensino fundamental em Fortaleza. A metodologia utilizada consistiu no levantamento de informações, análise da distribuição da rede escolar em ambiente SIG e a verificação dos modos e condições de deslocamento, não tendo sido utilizado uma abordagem de optimização.
- Santos (2007) analisou a melhor localização de um curso de pré-vestibular através de uma abordagem de análise multi-critério, tendo utilizado o Método de Análise Hierárquica num exemplo ilustrativo para determinar o bairro em que o curso deveria ser localizado para atrair o maior número de alunos.
- Mapa (2007) desenvolveu um estudo com o objectivo de avaliar a qualidade das soluções de problemas de localização obtidas através do programa TransCAD pela utilização combinada de duas rotinas – Localização de Equipamentos e Problemas do Transporte – quando comparadas com as soluções óptimas. Esta metodologia foi aplicada a três casos, de diferentes níveis de complexidade, sendo que a terceira simulação está relacionada com a localização de creches num contexto urbano e a consequente atribuição da procura de crianças até aos 3 anos de idade.

A literatura disponível sobre decisões de localização é grande, mas não foram encontrados quaisquer trabalhos relativos a Países Africanos de Língua Oficial Portuguesa (PALOP) – a utilização de modelos de localização no processo de planeamento de equipamentos colectivos e, particularmente, de equipamentos educativos, ainda não é uma realidade.

### 3.6 Sistemas de Informação Geográfica

Antes do surgimento dos sistemas de informação geográfica (SIGs), os trabalhos que exigiam a utilização das dimensões espacial e temporal eram efectuados de forma analógica/manual, em que o processamento e a apresentação de dados eram desenvolvidos através de mapas e cartas, formas antigas mas ainda muito comuns em muitas instituições e países. No entanto, quer os mapas quer as cartas têm custos elevados. Com o advento dos SIGs o problema dos custos foi substancialmente reduzido. E, com os avanços conseguidos em equipamentos e *software*, tornaram possível uma considerável redução nos custos, com consequente difusão e aceitação dos SIGs em todo o mundo (Teixeira et al., 1995).

As primeiras experiências para automatizar o processo de dados georreferenciados ocorreram na década de 1950 numa pesquisa em botânica na Grã-Bretanha e na análise de tráfego nos Estados Unidos (Antenucci et al., 1991 *apud* Câmara et al., 1997). No entanto, o *Canadian Geographic Information System* desenvolvido em 1964 é considerado o primeiro sistema a ter todas as características básicas de um Sistema de Informação Geográfica. Mais tarde apareceram outros sistemas a funcionar em outras áreas do conhecimento, designadamente o *New York Landuse and Natural Resources Information System* em 1967 e o *Minnesota Land Management Information* em 1969, mas esses sistemas limitaram-se às agências de alguns países, especialmente Estados Unidos e Canadá (Câmara et al., 1997).

O conceito de SIG tem sofrido profundas alterações desde a sua origem, devido sobretudo à forte evolução tecnológica, quer da componente *hardware* quer da componente *software*. Com o aumento da sua complexidade, fala-se hoje de ciência da informação geográfica – a área científica que usa os SIGs com o objectivo de compreender o mundo que nos rodeia. Também o âmbito da sua aplicação tem aumentado fortemente, podendo dizer-se que hoje ele depende apenas da imaginação e arte dos programadores e dos utilizadores.

O termo sistemas de informação geográfica é aplicado a sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos e processam informação não apenas com base nas suas características alfanuméricas, mas também através da sua localização

espacial. Como tal, abrem possibilidades inéditas em termos ambiente de trabalho ao permitirem a reunião de todas as informações disponíveis sobre um determinado assunto, com base no que lhes é fundamentalmente comum – a localização geográfica. Para que isto seja possível, os dados num SIG devem estar georreferenciados, isto é, localizados na superfície terrestre e representados numa projecção cartográfica. Esta visão de um SIG revela duas dimensões conceptuais: em primeiro lugar, a de um conjunto de ferramentas e, em segundo, a de um sistema de informação.

Segundo Clarke (2001) os SIG são “*automated systems for the capture, storage, retrieval, analysis, and display of spatial data*”. Esta definição, que se centra na automatização do processo de gestão, armazenamento e análise de dados espaciais, é também referida por Câmara et al. (1997) a partir das perspectivas de Aronoff (1989) e Bull (1994). Estes consideram que os SIGs são sistemas automatizados usados para armazenar e manipular dados geográficos, ou seja, que representam objectos e fenómenos em que a localização geográfica é uma característica inerente à informação e indispensável para analisá-la. Nesta mesma perspectiva, Burrough (1986) define SIGs como sendo “*a powerful set of tools for storing and retrieving at will, transforming and displaying spatial data from the real world for a particular set of purposes*”.

Star e Ester (1990) consideram os SIGs como “*an information system that is designed to work with data referenced by spatial or geographic coordinates*”. Esta definição permite entender os SIGs como um sistema de informação e, particularmente, um sistema de informação para dados espaciais, no qual podem estar acoplados diversos módulos de entrada ou importação de dados, manipulação e edição, análises espaciais, e saídas em diversos formatos. Smith et al. (1987) definem os SIGs como um banco de dados indexados espacialmente, sobre o qual opera um conjunto de procedimentos para responder a consultas sobre entidades espaciais. Portanto, consideram os SIGs como sendo um sistema específico de gestão de base de dados, capaz, por um lado, de analisar dados referenciados espacialmente e, por outro, de desenvolver operações relacionadas com os mesmos.

Para Dueker (1979) “*a Geographic Information System is a special case of information systems where the database consist of observations on spatially distributed features, activities or events, which are definable in space as points, lines or areas. A Geographic Information System manipulates data about these points, lines and areas to retrieve data for ad hoc queries and analysis*”. Church e Murray (2008) consideram que *GIS is a system of hardware, software and procedures designed to support geographical decision making through the acquisition, management, manipulation, analysis and display of spatially referenced information*.

Há ainda outras perspectivas sobre o conceito de SIG, diferenciando-o em sentido restrito e lato:

- No sentido restrito, os SIGs referem-se a tecnologias de informação com o objectivo de tratar dados georreferenciados. Nesta perspectiva, este conceito refere-se a um conjunto de programas instalados num computador, que permite introduzir, aceder, manipular e visualizar informação georeferenciada (Henriques, 1990 *apud* Paredes, 1994). Para Goodchild (1991) os SIGs constituem uma tecnologia de informação enquanto outros incidem sobre um sistema constituído por *hardware*, *software* e *liveware*, com o fim de processar visualizar e analisar dados de natureza espacial.
- No sentido lato, os SIGs referem-se a um conjunto de procedimentos concebidos com o objectivo de armazenar, aceder e manipular informação georreferenciada (Henriques, 1990 *apud* Paredes, 1994). Aronoff (1989) considera que um SIG “*is any manual or computer based set of procedures used to store and manipulate geographically referenced data*”. Estas perspectivas são mais abrangentes na medida em que incidem sobre um conjunto de métodos e procedimentos que visam analisar dados de natureza espacial. Para Goodchild (1991), as economias de escala proporcionadas pelos SIGs, derivadas da possibilidade de integração de uma série de funções de processamento e de análise de diversos temas, sob uma estrutura de dados, foram a razão fundamental para o seu recente desenvolvimento.

Cada uma destas definições e perspectivas reflecte, à sua maneira, a multiplicidade de usos e visões possíveis desta tecnologia, e apontam para uma perspectiva interdisciplinar da sua utilização. Teixeira et al. (1995) estudaram várias abordagens conceptuais e metodológicas dos SIGs, tendo-os definido como sendo um conjunto de programas, equipamentos, metodologias, dados e pessoas perfeitamente integrados de forma a tornar possível a colecta, o armazenamento, o processamento e a análise de dados georreferenciados, bem como a produção de informação derivada de sua aplicação.

A evolução do conceito de SIG passou pelos seguintes estádios:

- um sistema que permite a visualização e manipulação de dados geográficos (McHarg, 1969);
- uma base de dados geográfica (Aronoff, 1989);
- um sistema que permite análise espacial com vista à tomada de decisão (Goodchild, 1991);

No que respeita a problemas de localização, as potencialidades dos SIGs são amplamente reconhecidas. Murray (2010) analisou em detalhe as referidas potencialidades e identificou numerosos trabalhos em que as mesmas têm sido exploradas. O facto de vários programas de SIG existentes – por exemplo ArcGis/ArcInfo e TransCAD – disponibilizarem rotinas especializadas para resolver os problemas em causa (com recurso a métodos heurísticos de optimização).

A integração dos SIGs com as técnicas de planeamento da educação baseadas em modelos matemáticos de localização pode ser especialmente frutuosa nos seguintes aspectos:

- Conhecer a dinâmica da população escolar segundo as zonas de abrangência da escola;
- Avaliar a distribuição espacial de equipamentos educativos;

- Propor cenários de localização e reordenamento da rede educativa de forma a permitir satisfazer a procura educativa (maximização da acessibilidade, etc.) num horizonte determinado;
- Calcular as distâncias percorridas pelos agentes educativos (alunos, professores, etc.) para ter acesso a uma estrutura educativa; e
- Analisar os custos de transporte relacionados com equipamentos educativos.

## Capítulo IV – Planeamento de Escolas Básicas no Município de Santa Cruz

---

Este capítulo destina-se a apresentar um estudo desenvolvido no município de Santa Cruz com o objectivo de identificar a melhor evolução para a rede educativa nesse município, para o horizonte de planeamento de 2015. O estudo foi elaborado com os seguintes objectivos: a rede educativa em Santa Cruz deverá satisfazer a procura do ensino básico em 2015; a acessibilidade dos estudantes à escola será a maior possível; e, o investimento a ser realizado na expansão da rede educativa será o menor possível. Para o efeito, o problema de planeamento analisado neste estudo foi descrito através de modelos de localização discreta. Apesar da dimensão relativamente grande dos modelos utilizados, estes foram resolvidos confortavelmente utilizando o programa XPRESS-MP, um dos mais poderosos programas de optimização inteira disponíveis no mercado (FICO, 2008).

A principal razão para a realização deste estudo é a excessiva ocupação de várias escolas do município de Santa Cruz, e a reduzida ocupação de outras escolas. Outra razão prende-se com a proposta de aumento da escolaridade obrigatória de 6 para 8 (ou 9) anos de estudos, proposta saída da Resolução n.º8/1998 de 16 de Março do Conselho de Ministros na qual foram definidas as linhas de orientação para a consolidação e modernização do sistema educativo em Cabo Verde.

## 4.1 Problemas do planeamento de escolas básicas em Santa Cruz

### 4.1.1 Contexto socioeconómico do município de Santa Cruz

Santa Cruz foi o 14º município do país criado na época colonial pelo Decreto-Lei n.º 108/71 de 29 de Março de 1971. Está situado na parte oriental da ilha de Santiago [Figura 4.1]. Tem uma área de 149,3 km<sup>2</sup> (i. e., 15% da área total da ilha e cerca de 4% da área total do país). É composto por duas freguesias (São Lourenço dos Órgãos e Santiago Maior) e 39 zonas. Recentemente, estas duas freguesias ascenderam à categoria de município. A distância entre o principal centro, Pedra Badejo, e a cidade da Praia, capital de Cabo Verde, é cerca de 30 km.

Em 2000, data do último Recenseamento Geral da População e Habitação em Cabo Verde, Santa Cruz tinha 32.965 habitantes dos quais 53% mulheres (INE, 2002). Santa Cruz tem uma população muito jovem. Cerca de 1/2 tem menos de 15 anos de idade e 2/3 menos de 25 anos. É o 4º município mais populoso do país e o 3º da ilha de Santiago. A zona mais populosa, Pedra Badejo, onde estão concentrados os serviços administrativos, tinha 8.517 habitantes. As outras zonas com mais de 1500 habitantes correspondem a Cancelo (2.037), Santa Cruz (1.933) e Achada Fazenda (2.370). Todas estas zonas estão localizadas à volta de Pedra Badejo, na Costa Atlântica. A densidade populacional é de 221 habitantes/km<sup>2</sup>.

Nas últimas cinco décadas, a população de Santa Cruz passou de 9.568 para 32.965, registando uma taxa de crescimento média anual de 2,5% [Figura 4.2]. Entre 1940-1950, esta taxa foi de -3,4%. Nos últimos 10 anos, a população aumentou a uma taxa média anual de 2,4% (1990-2000). Entretanto, a variação negativa registada entre 1940 e 1950, que levou à perda de 3.918 pessoas em Santa Cruz (e 31.756 a nível nacional), resultou de secas e fomes ocorridas nesse período em Cabo Verde. De acordo com os dados publicados pelo INE (2008), a população do município de Santa Cruz irá continuar a crescer a um ritmo de aproximadamente 2% ao ano, atingindo em 2015 uma população de 43.795 habitantes.



Figura 4.1 – Ilha de Santiago e município de Santa Cruz

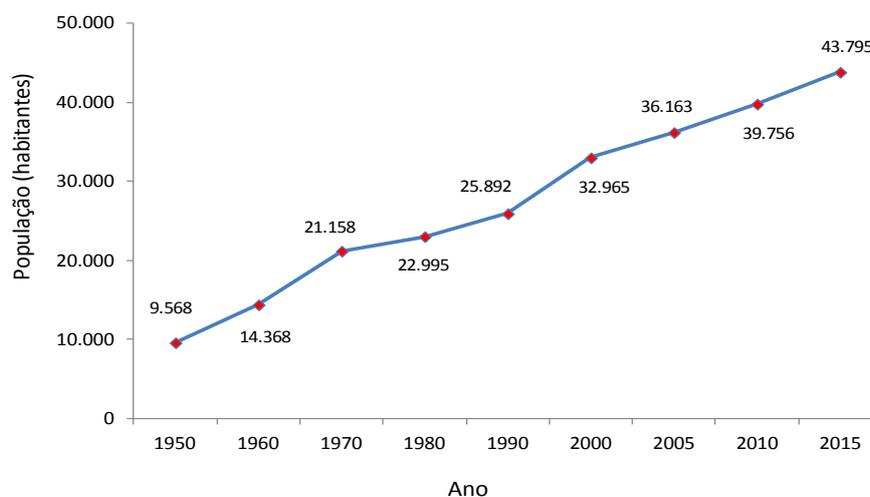


Figura 4.2 – Crescimento demográfico em Santa Cruz entre 1950-2015

Em 2000, Santa Cruz apresentava um dos mais elevados níveis de analfabetismo do país (32%). A taxa de analfabetismo passou de 71% em 1970 para 58% em 1980, 43% em 1990 e 32% em 2000. Em termos de género, o analfabetismo afecta mais as mulheres (40% não sabem ler nem escrever) do que os homens (21% não sabem ler nem escrever). A partir da década de 1990 ocorreram melhorias significativas no sector da educação. Em 1990, 40% da população de Santa Cruz não tinha qualquer nível de instrução (20% em 2000), cerca de

55% tinham o nível ensino básico (58% em 2000) e 3% nível secundário (15% em 2000). Os dados do QUIBB de 2007 (INE, 2008) revelam que 77,6% de indivíduos de 15 anos ou mais sabem ler e escrever em Santa Cruz (e 79,6% a nível nacional) em 2007. A taxa de escolarização líquida foi de 95,0% no ensino básico e 72,9% no secundário. A taxa de abandono ainda é expressiva (entre 15 e 21,7% para os indivíduos de 12-17 anos). A “falta de meios/ensino muito caro” (35,8%) e a “falta de interesse” (35,9%) foram apontadas como as principais causas do abandono escolar (INE, 2008).

Santa Cruz contava com 1.487 crianças na educação pré-escolar e 45 estabelecimentos/jardins-de-infância (53 salas) em 2000/01 e 1.725 crianças e 53 estabelecimentos (63 salas) em 2003/2004. Os estabelecimentos são, na maioria, geridos pelas câmaras municipais (67% em 2000/01). A nível do ensino básico, existiam 35 escolas albergando 7.679 alunos em 2003/04 (7.074 em 2000/01). Até 2006/07, funcionou uma única escola secundária com 3.484 alunos em 2003/04, situada na vila de Pedra Badejo, freguesia de Santiago Maior. A referida escola secundária tem ainda um edifício anexo em João Teves na freguesia de São Lourenço dos Órgãos. O ensino superior ainda não é oferecido em Santa Cruz. Com carácter profissionalizante, funciona em Santa Cruz um Centro de Formação Profissional<sup>3</sup> destinado a oferecer cursos técnicos de curta duração aos jovens desse e de outros municípios vizinhos.

Santa Cruz é um município predominantemente rural, com a maioria da população (73%) concentrada na agricultura, produção animal, caça e silvicultura. A produção animal é considerada como uma importante fonte de rendimento das famílias. Por exemplo, o gado constitui uma reserva de valor a que o agricultor recorre para custear determinadas despesas de carácter excepcional e imprevisível (doenças, cerimónias religiosas, despesas com a educação, etc.). A agricultura é outra fonte de rendimento mas a reduzida dimensão das explorações agrícolas, os riscos de erosão dos solos, a desflorestação, a utilização de métodos primários de produção e as secas permanentes das últimas décadas não têm permitido o desenvolvimento dessa actividade.

---

<sup>3</sup> Financiado pelo Instituto de Emprego e Formação Profissional de Portugal.

O desemprego constitui outro dos graves problemas de Santa Cruz. Isto porque tem a mais elevada taxa de desemprego (31%) do país. Esta taxa situa-se em 47% para os jovens entre os 15 e 24 anos, 25% entre 25 e 45 anos e 27% no grupo de 45-64 anos. Perante tal situação, cerca de 85% da população vive com um nível de conforto baixo ou muito baixo contra apenas 6% com nível alto ou muito alto. Cerca de 71% dos agregados têm 4 ou mais pessoas. Entre os agregados com o nível de conforto muito baixo, 42,5% têm 6 ou mais pessoas no agregado familiar. Uma das conclusões da Mesa Redonda dos Parceiros de Desenvolvimento de 1992 foi: a situação de desemprego e subemprego em Santa Cruz é consequência do problema estrutural da economia cabo-verdiana e que atinge maior gravidade nas localidades rurais. Para muitos, Santa Cruz é um dos mais pobres municípios do país.

#### 4.1.2 Procura educativa do ensino básico

##### Contexto actual

De acordo com os dados da Tabela 4.1, em 2003/04 frequentaram as diversas instituições educativas de Santa Cruz um total de 13.185 alunos dos quais 13,1% na educação pré-escolar, 60,5% no ensino básico e 26,4% no ensino secundário. Em 2000/01, o referido município tinha 12.462 estudantes (11,9% na educação pré-escolar, 66,9% no ensino básico e 21,1% no ensino secundário). Estes dados evidenciam, de forma global, um crescimento médio anual de 1,9% entre 2000/01 e 2003/04 e, particularmente, uma diminuição para o ensino básico (-1,5%).

**Tabela 4.1 – Procura educativa em Santa Cruz entre 2000/01 e 2003/04**

Nível de ensino	2000/01	2003/04	Taxa de crescimento médio anual – 2000/01 e 2003/04
Educação pré-escolar	1.487	1.725	5,1%
Ensino básico	8.337	7.976	-1,5%
Ensino secundário	2.638	3.484	9,7%
Total	12.462	13.185	1,9%

Fonte: GEP/Ministério da Educação

Em Santa Cruz, o número de alunos matriculados no ensino básico foi de 7.976 em 2003/04: 32,7% na 1ª fase (1º e 2º anos), 36,5% na 2ª fase (3º e 4º anos) e 30,8% na 3ª fase (5º e 6º anos). A taxa de repetência ronda os 12%. A taxa de escolarização bruta foi de 110%, valor superior a 100% devido a alunos com idades superiores a 11 anos que frequentavam o ensino básico. Para o grupo etário dos 6-11 anos, a taxa de escolarização líquida situou-se à volta dos 95%, valor ligeiramente inferior aos 100%, o que significa que a quase totalidade da população nesse grupo etário está na escola, levando, por outro lado, a assegurar que as frequências deste nível de ensino estão directamente relacionadas com a população que habita no município. A taxa de escolarização para 6 anos de idade foi de 69%, situação que é explicada pelo número elevado de crianças que entram no sistema com 7 anos<sup>4</sup>.

A distribuição de estudantes por estabelecimento de ensino e pólo educativo está apresentada na Tabela 4.2.

A escola de Achada Fátima [Figura 4.3] situada na zona de Pedra Badejo [Figura 4.4] é a que alberga mais estudantes do ensino básico em Santa Cruz (13,7% em 2003/04).

Em 2006/07 estiveram matriculados 7.036 alunos (31,3% na 1ª fase, 35,6% na 2ª fase e 33,1% na 3ª fase) no ensino básico no município de Santa Cruz. A taxa de escolarização bruta em 2006/07 rondava os 106% (108,1% para a freguesia de Santiago Maior e 103,7% para São Lourenço dos Órgãos). Cerca de 81% tem idades entre 6 e 11 anos de idades, considerada idade normal para o ensino básico, enquanto um pouco menos de 20% tem mais de 11 anos de idades. Esta situação é mais agravada na freguesia de Santa Cruz (80% dos alunos tem idade normal para o ensino básico) relativamente a São Lourenço dos Órgãos (85% dos alunos tem idade normal). Em 2006/07, a percentagem de repetentes inscritos no início do ano lectivo era de 14,4% contra cerca de 12% em 2003/04. A taxa de

---

<sup>4</sup> Segundo a Lei de Bases do Sistema Educativo de 1990, os alunos que frequentaram os dois últimos anos de educação pré-escolar podem matricular-se no ensino básico desde que completem 6 anos de idade até 31 de Dezembro do ano de matrícula. Os que não frequentaram esse nível, só podem matricular no ensino básico com 7 anos.

transição do ensino básico para o ensino secundário em Santa Cruz entre 2005/06 e 2006/07 foi de 76,9%.

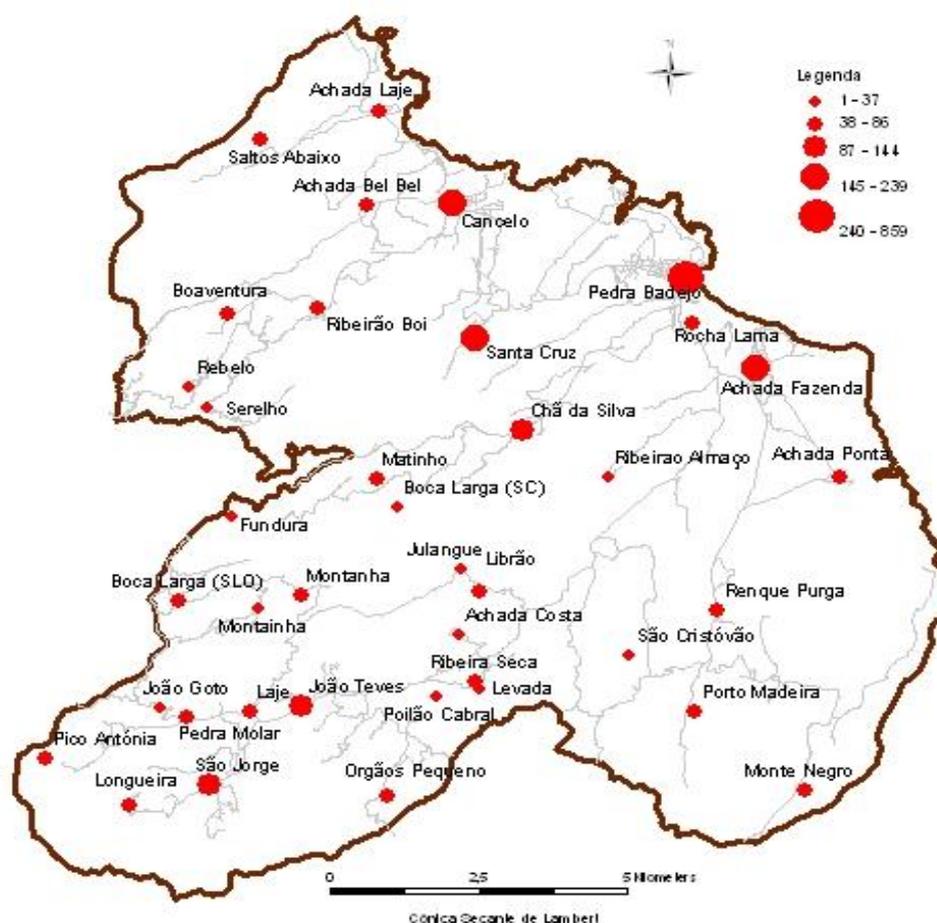
**Tabela 4.2 – Número de efectivos discentes por escola em 2003/04 – Santa Cruz**

Nº do pólo	Estabelecimento	Alunos	Nº do pólo	Estabelecimento	Alunos
I	Achada Fátima	1090	XII	Ribeirão Boi	162
II	Ex - EBC – Vila	629		Boaventura	78
III	Santa Cruz	475	XIII	Jalalo Ramos	121
IV	Cancelo	532		Serelho	105
	Achada Bel-bel	141		Rebelo	44
V	Chã da Silva	271	XIV	Boca Larga	178
VI	Achada Fazenda	677		Fundura	89
	Achada Ponta	68	XV	João Teves	339
VII	Matinho	215	XVI	Mercado	113
	Gudelha	20		Pico d'Antónia	150
VIII	Renque Purga	250	XVII	Orgãos Pequeno	167
	Monte Negro	136		Levada	74
	Porto Madeira	60	XVIII	São Jorge	400
IX	Ribeira Seca	215		Longueira	76
	São Cristóvão	62	XIX	Salina	380
X	Librão	105		Ponta Achada	103
	Montanha	124			
XI	Saltos Abaixo	174		Total	
	Achada Laje	153		município de Santa Cruz	7.976

**Fonte: GEP/Ministério da Educação**



**Figura 4.3 – Escola de Achada Fátima no município de Santa Cruz**



**Figura 4.4 – Efectivos discentes por zona no município de Santa Cruz**  
(o número de efectivos é proporcional a área do círculo que representa cada zona)

### Projecção de efectivos discentes para 2015

O ano de 2015 foi definido como o horizonte de planeamento do estudo apresentado neste capítulo. A determinação deste horizonte prende-se com o período limite a que se referem as projecções demográficas produzidas pelo Instituto Nacional de Estatística (INE) de Cabo Verde. Estas projecções do INE referem-se apenas aos totais por município e a nível nacional, não estando desagregadas nem por zona nem por idades simples ou grupo de idades. Perante tal situação e a partir desses valores globais das projecções, recorreremos a alguns procedimentos matemáticos no sentido de fazer os devidos ajustes por zonas e por grupo de idades. Neste contexto, para 2015 o número de estudantes previstos para o ensino básico foi calculado com base nas seguintes hipóteses:

- a distribuição demográfica por grupo de idades em Santa Cruz será a mesma que a de 2000;
- a distribuição da população nas diferentes zonas do município de Santa Cruz será a mesma que em 2000;
- a taxa de escolarização bruta para a população de 6-11 anos de idades diminuirá para 105%;
- os estudantes serão equitativamente distribuídos pelas três fases de escolaridade do ensino básico.

Estas hipóteses foram formuladas a partir da análise evolutiva da situação ocorrida nos anos precedentes quer em relação aos dados demográficos quer no que concerne às estatísticas da educação. Apesar da ligeira diminuição (-1,5%) dos efectivos discentes do ensino básico registada em Santa Cruz entre 2000/01 e 2003/04, é notório nesse mesmo período o crescimento positivo mais acentuado (5,1%) das crianças da educação pré-escolar. Entre 1993/94 e 2003/04, o crescimento médio anual na educação pré-escolar situou-se em 7%. Perante estes dados, e tendo em conta as políticas nacionais e municipais de integração e acolhimento de crianças no sistema de educação pré-escolar empreendidas ultimamente, acreditamos que os efectivos da educação pré-escolar poderão continuar a crescer, com o consequente aumento no nível de ensino subsequente, o ensino básico.

A projecção da população em idade escolar para as três fases de escolaridade do ensino básico no município de Santa Cruz para 2015 calculada com base nas hipóteses acima referidas consta da Tabela 4.3.

**Tabela 4.3 – População em idade escolar para o ensino básico em 2015**

1ª Fase (1º e 2 anos)	2ª Fase (3º e 4º anos)	3ª Fase (5º e 6º anos)	Total
3.324	3.122	3.114	9.560
34,8%	32,7%	32,5%	

Fonte: Estimativa do autor

A Tabela 4.4 a seguir indicada detalha os resultados da previsão para 2015 por zona do município de Santa Cruz.

**Tabela 4.4 – População na 1ª fase em 2015 para o ensino básico em Santa Cruz**

Zona	Estudantes da 1ª fase em 2015	Zona	Estudantes da 1ª fase em 2015
Achada Laje	51	Monte Negro	60
Saltos Abaixo	78	Levada	21
Achada Bel Bel	74	Poilão Cabral	35
Cancelo	206	Orgãos Pequeno	50
Boaventura	45	João Teves	144
Ribeirão Boi	54	Lage	45
Serelho	33	Pedra Molar	45
Rebelo	27	João Goto	20
Pedra Badejo	859	Montanhinha	35
Rocha Lama	64	Boca Larga	62
Santa Cruz	195	Longueira	42
Achada Fazenda	239	Pico d'Antónia	71
Achada Ponta	41	Montanha	43
Cha da Silva	124	Achada Costa	24
Matinho	67	Ribeira Seca	62
Julangue	2	São Cristovão	37
Librão	43	Fundura	17
Ribeirão Almaco	15	Boca Larga	14
Renque Purga	86	São Jorge	130
Porto Madeira	64	<b>Total</b>	<b>3.324</b>

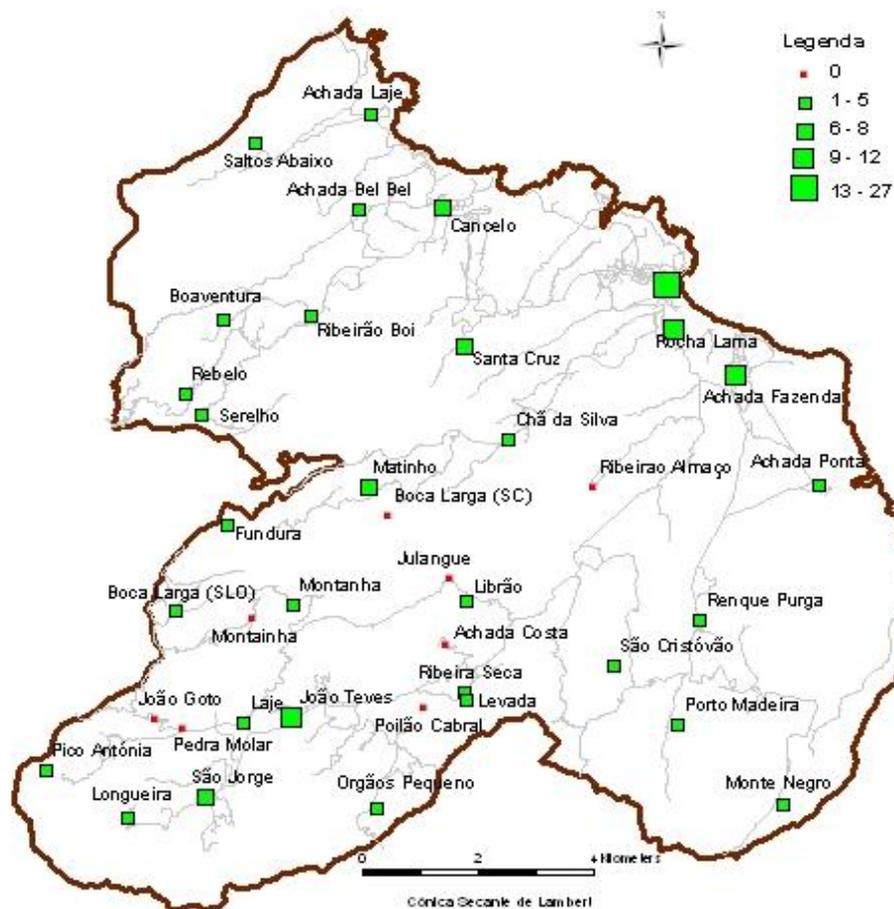
Fonte: Estimativa do autor

Os dados das projecções relativas às outras fases de escolaridade do ensino básico e por zona no município de Santa Cruz estão indicados no Anexo A.2.

### 4.1.3 Rede escolar

No ano lectivo 2003/04, a rede escolar do ensino básico no município de Santa Cruz era constituída por 35 escolas e 161 salas de aula [Figura 4.5]. Das 35 escolas, 19 eram escolas-pólo e 16 escolas-satélite. As escolas-satélite são administradas e geridas pelas

respectivas escolas-pólo. Das 161 salas existentes em 2003/04, 8,7% eram salas cedidas ou arrendadas ao Ministério da Educação.



**Figura 4.5 – Rede escolar do município de Santa Cruz**

(a capacidade das escolas é proporcional a área do quadrado que representa cada zona)

Relativamente ao estado de conservação dos equipamentos educativos, aproximadamente um terço das escolas em Santa Cruz estavam em boas condições para a prática lectiva em 2003/04 [Figura 4.6]. As outras escolas eram consideradas como sendo razoáveis ou em más condições de funcionamento. Existem no município escolas não pertencentes ao Estado e que funcionam em regime de arrendamento ou cedência temporária por particulares (nomeadamente emigrantes), associações comunitárias, organizações não governamentais, etc. Muitos desses espaços arrendados e cedidos não têm as devidas condições para a prática lectiva [Figura 4.7].



**Figura 4.6 – Escola da vila de Pedra Badejo  
(antiga escola do ciclo preparatório)**

A Figura 4.7 ilustra os espaços arrendados e cedidos utilizados como salas de aula no município de Santa Cruz. São espaços pertencentes a particulares e, que por razões várias, foram utilizados em alguns momentos para a prática lectiva a nível do ensino básico. Trata-se de uma situação real que, neste momento é muito pouco frequente ao nível dos ensinos básico e secundário, quando comparado com a situação existente nas décadas de 1980 e 1990 em Cabo Verde.



Escola Básica de Gudelha em Matinho  
- Espaço arrendado -



Escola Básica de Montanha  
- Espaço cedido -

**Figura 4.7 – Escolas básicas arrendadas e cedidas em Santa Cruz**

Vários espaços arrendados e cedidos estão actualmente a ser utilizados na educação pré-escolar no município de Santa Cruz, designadamente o Centro Comunitário da zona de Boaventura.

Como já foi referido anteriormente, em Cabo Verde as salas de aula do ensino básico são utilizadas duas vezes no mesmo dia por turmas diferentes, ou seja, funcionam em regime de desdobramento. A duração das aulas é de 4:30 horas em cada período: manhã, das 8:00 às 12:30 horas, e tarde, das 13:00 às 17:30 horas. Em cada período, faz-se um intervalo de 30 minutos.

O Decreto-Lei n.º 76/94 estabelece que as turmas simples devem ter entre 35 e 40 alunos por sala e as turmas compostas 28 alunos por sala. Segundo dados do GEP (2004), em 2003/04 o número médio de estudantes por sala, ou seja, o rácio alunos/sala no ensino básico em Santa Cruz era de 49,5 (cerca de 25 alunos por sala em cada período). Nas diversas zonas costeiras designadamente Chã da Silva (67,8), Cancelo (66,5), Achada Fátima (64,1) e Pedra Badejo (62,9) este rácio tem excedido largamente a média do município de Santa Cruz (49,5), mas está situado no intervalo delimitado pelo referido Decreto-Lei, ou seja, entre 35 e 40 alunos por sala, em cada período. Por outro lado, várias zonas situadas no interior do município de Santa Cruz, tais como São Jorge (25,3), Fundura (28,3), Monte Negro (30,0) e Ribeira Seca (31,0), apresentam rácios muito baixos, situação difícil de ser atendida e que põe em causa o actual modelo de configuração da rede educativa em Santa Cruz. Em 2006/07, o rácio alunos/sala foi de 43,7 em Santa Cruz (47,4 na freguesia de Santa Cruz e 34,4 na de São Lourenço dos Órgãos). Estes dados revelam nitidamente uma diminuição significativa do número de alunos por sala no período de 3 anos, entre 2003/04 e 2006/07. A nível nacional, este rácio situou-se em 43,1 no ano lectivo 2006/07.

#### **4.1.4 Corpo docente e turma**

No ano lectivo 2003/04 leccionaram no ensino básico no município de Santa Cruz 292 docentes. Decorridos 3 anos, 2006/07, o número de professores aumentou para 295 professores, registando-se um crescimento médio anual de 0,3%. A percentagem de professores qualificados para a leccionação dos seis anos de escolaridade no ensino básico

passou de 21,9% em 2003/94 para 56,9% em 2006/07. Em 2000/01, esta percentagem era de 14,9%. Relativamente às turmas, a percentagem de turmas simples (com um único ano de estudo) aumentou de 96,2% para 96,6% entre 2003/04 e 2006/07. As turmas compostas, constituídas por mais de que um ano de escolaridade, baixou no mesmo período, de 3,8% para 3,4%.

#### 4.1.5 Objectivos de planeamento

A definição de uma rede educativa capaz de satisfazer a procura do ensino básico para as 39 zonas do município de Santa Cruz em 2015 constitui a finalidade principal deste capítulo.

A referida definição atenderá aos dois objectivos estratégicos seguintes:

- maximizar a acessibilidade dos estudantes às escolas; e
- minimizar o investimento a realizar na expansão da rede escolar.

Ainda, serão considerados os seguintes objectivos operacionais:

- Os estudantes serão atribuídos a escolas localizadas a uma distância igual ou inferior a 6 km da sua zona de residência. O documento “Critérios de Planeamento” (MECJD, 1995) fixa naquele valor a distância máxima que os alunos do ensino básico devem percorrer da residência à escola que frequentam.
- Todos os estudantes da mesma zona serão atribuídos à mesma escola ou a escolas localizadas na mesma zona. Para Teixeira et. al. (2007), este objectivo apresenta soluções que são fáceis de interpretar e explicar e, por outro lado, fáceis de serem aceites pelo público.
- Por razões pedagógicas, o número de alunos por sala não deve exceder 50 (isto é, 25 por sala em cada período do dia) e todas as escolas devem oferecer as três fases

de estudo do ensino básico (o que significa que as escolas serão compostas por módulos de três salas de aula, uma para cada fase).

- Por razões económicas, a taxa de ocupação de cada escola deve, pelo menos, ser de 70%.

## 4.2 Modelo de optimização

O número de possíveis soluções para problemas de planeamento escolar como o colocado pelo município de Santa Cruz é extremamente elevado. Estes problemas podem apenas ser tratados com eficiência recorrendo a modelos de optimização. Os modelos aplicáveis para os problemas de planeamento de equipamentos públicos são conhecidos como modelos de localização. Estes modelos são classificados como contínuos ou discretos. Quando os equipamentos apenas podem ser localizados em alguns pontos do território, especificados previamente, os modelos são classificados como de localização discreta. São estes os modelos que normalmente se utilizam na prática.

O modelo matemático utilizado no presente estudo para o objectivo da maximização da acessibilidade foi o seguinte:

$$\text{Min } D = \sum_{j \in J} \sum_{k \in K} d_{jk} u_j x_{jk} \quad (4.1)$$

sujeito a:

$$\sum_{k \in K} x_{jk} = 1, \forall j \in J \quad (4.2)$$

$$x_{jk} \leq r_{jk} y_k, \forall j \in J, k \in K \quad (4.3)$$

$$\sum_{j \in J} u_j x_{jk} \leq a s_k y_k + a z_k, \forall k \in K \quad (4.4)$$

$$\sum_{j \in J} u_j x_{jk} \geq c a s_k y_k + c a z_k, \forall k \in K \quad (4.5)$$

$$y_k \leq s_k + z_k, \forall k \in K \quad (4.6)$$

$$\sum_{\substack{k' \in K \\ d_{jk'} \leq d_{jk}}} x_{jk'} \geq y_k, \forall j \in J, k \in K \quad (4.7)$$

$$x_{jk} \in \{0,1\}, \forall j \in J, k \in K$$

$$y_k \in \{0,1\}, \forall k \in K$$

$$z_k \in \{0,1,2,\dots\}, \forall k \in K$$

onde  $D$  é a distância agregada (ou o tempo, ou o custo de viagem);  $d_{jk}$  é a distância entre o centro  $j$  e sítio  $k$ ;  $u_j$  é o número de alunos do centro  $j$ ;  $x_{jk}$  é a proporção de alunos do centro  $j$  atribuídos a uma escola do sítio  $k$ ;  $r_{jk} = 1$  se  $d_{jk} \leq d_{\max}$ ,  $r_{jk} = 0$ , de contrário;  $d_{\max}$  é a distância máxima entre um centro e uma escola;  $y_k = 1$  se uma escola é (ou fica) instalada no sítio  $k$ ,  $y_k = 0$ , de contrário;  $a$  é o número máximo de estudantes por sala de aula;  $s_k$  é a capacidade actualmente instalada no sítio  $k$ ;  $z_k$  é a expansão de capacidade a realizar no sítio  $k$ ;  $c$  é a taxa de ocupação mínima para uma escola.

Este modelo de optimização inteira aplica-se a um conjunto de centros e de sítios, conectados através de uma rede de transporte. Os centros representam as zonas onde os alunos residem (em 2015). Os sítios correspondem às zonas onde as escolas são ou podem ser localizadas (que podem coincidir ou não com os centros). As variáveis de decisão do modelo representam a localização de escolas ( $y_k$ ), a expansão de escolas ( $z_k$ ) e a atribuição de alunos para as escolas ( $x_{jk}$ ).

A função-objectivo do modelo matemático (4.1) representa a minimização da distância agregada (tempo ou custo) que os alunos têm de percorrer entre os centros onde vivem e as escolas a que são atribuídos.

A optimização da função-objectivo está sujeita às seguintes restrições:

- Restrições (4.2) - asseguram que todos os alunos serão atribuídos a uma escola.

- Restrições (4.3) - garantem que os alunos serão atribuídos aos sítios onde as escolas estão (ou são) instaladas e que estas estarão localizadas a uma distância máxima determinada dos centros onde os alunos residem. No caso concreto deste estudo, a distância máxima foi fixada em 6 km, conforme os critérios de planeamento oficiais (MECJD, 1995).
- Restrições (4.4) - asseguram que a capacidade das escolas será suficientemente grande para acomodar todos os alunos que lhes forem atribuídos. Esta capacidade é obtida adicionando a capacidade existente às possíveis novas capacidades.
- Restrições (4.5) - asseguram que todas as escolas verificarão uma dada taxa de ocupação mínima, situada neste caso nos 70%;
- Restrições (4.6) - estipulam que não haverá escolas onde não há capacidade instalada;
- Restrições (4.7) - garantem que os alunos serão atribuídos às escolas mais próximas do centro em que residem.

No caso do objectivo ser a minimização do investimento, e admitindo que o valor total da expansão de capacidade é um bom indicador das despesas de investimento, o modelo tem as mesmas restrições, mas a função-objectivo deve ser alterada para:

$$\text{Min } Z = \sum_{k \in K} z_k \quad (4.8)$$

Importa notar que, ao invés do modelo de maximização da acessibilidade, o modelo da minimização do investimento pode ter um grande número de soluções óptimas globais. Assim, depois da determinação do óptimo do modelo,  $Z^*$ , torna-se conveniente resolver novamente o modelo de maximização da acessibilidade, adicionando a seguinte restrição (4.9):

$$\sum_{k \in K} z_k = Z^* \quad (4.9)$$

Deste modo, determina-se a solução que minimiza o investimento e, simultaneamente, maximiza a acessibilidade dos alunos às escolas.

### 4.3 Resultados dos modelos

De seguida, apresentamos os resultados obtidos através da aplicação dos modelos de optimização anteriormente referidos, considerando, em primeiro lugar, o objectivo de maximização da acessibilidade e, em segundo, o objectivo da minimização do investimento. Os modelos foram resolvidos recorrendo ao programa XPRESS-MP (FICO, 2008), uma das mais poderosas ferramentas de optimização matemática actualmente disponíveis no mercado. Apesar da elevada dimensão dos modelos, estes foram sempre resolvidos em menos de 30 segundos.

#### 4.3.1 Maximização da acessibilidade

A solução obtida para o problema de maximização da acessibilidade considerando uma taxa de ocupação mínima de 70% está descrita na Figura 4.8. Esta solução envolve as seguintes decisões de localização:

- construção de novas escolas em 3 zonas (sítios) – Montanhinha, Pedra Molar e Poilão Cabral (todas localizadas na freguesia de São Lourenço dos Órgãos);
- encerramento das escolas existentes em 9 zonas – Achada Lage, Ribeirão Boi, Rebelo, Rocha Lama, Fundura, Levada, Lage, Porto Madeira e Monte Negro; e
- expansão das escolas existentes em 12 zonas – Saltos Abaixo, Achada Bel Bel, Cancelo, Santa Cruz, Pedra Badejo, Serelho, Chã da Silva, Achada Fazenda, Boca Larga de São Lourenço de Órgãos, Ribeira Seca, Renque Purga e Pico d'Antónia.

A distância agregada que os alunos têm de percorrer nesta solução é de 1.000 km. O número de novos módulos (de 3 salas) para ser instalado é de 33. Neste contexto, 10 destes módulos devem ser localizados na zona de Pedra Badejo, onde adicionalmente seriam em

princípio construídas novas escolas. A solução envolve o encerramento de 11 módulos no conjunto do município de Santa Cruz. Assim, se esta solução for implementada, em 2015 haverá escolas em 25 das 39 zonas do município de Santa Cruz.

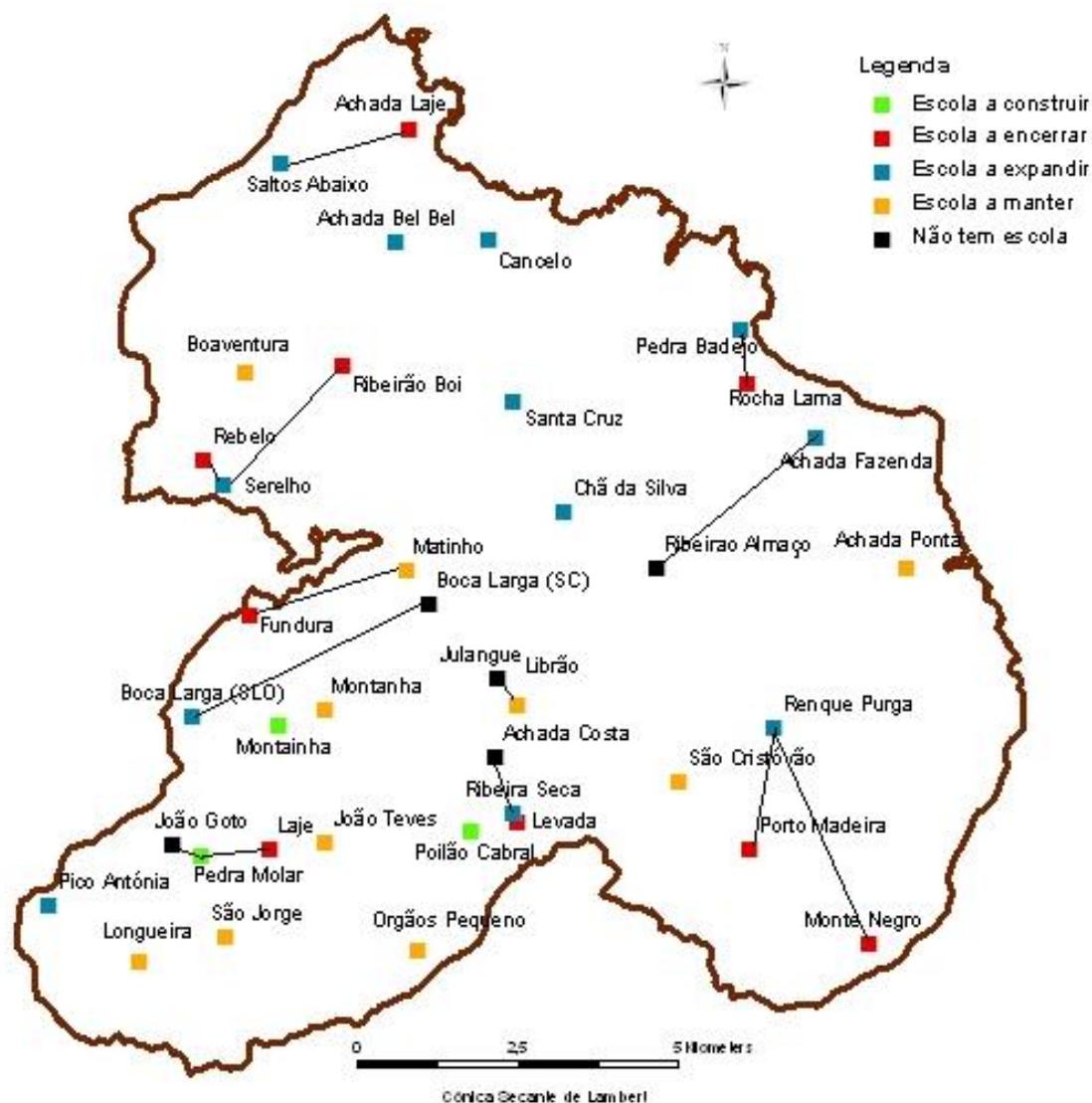


Figura 4.8 – Solução da maximização da acessibilidade para Santa Cruz

Neste problema de maximização da acessibilidade efectuamos uma análise da sensibilidade da solução, fazendo variar a taxa de ocupação mínima para 60% e 80%. Os resultados estão apresentados na Tabela 4.5.

**Tabela 4.5 – Análise da sensibilidade da solução de maximização da acessibilidade**

Taxa de ocupação mínima	Distância agregada (km)	Número de zonas				Número de módulos		
		Onde novas escolas são construídas	Onde escolas são expandidas	Onde escolas são fechadas	Com escolas	Novos	Fechados	Total
60%	494	3	14	6	28	31	8	79
70%	1000	3	12	9	25	33	11	78
80%	2898,6	5	8	15	21	37	20	73

Da análise da Tabela 4.5 e, em relação à solução para a taxa de ocupação mínima de 70%, podem ser destacados os seguintes aspectos:

- No primeiro caso (60% da taxa de ocupação), a distância agregada decresceria para 494 km (-49,4%). Esta situação ocorre porque requerendo-se a uma taxa de ocupação menos exigente, seriam encerradas escolas somente em 6 zonas em vez de 9, evitando assim em vários casos que os alunos de uma determinada zona tivessem de se deslocar para uma escola localizada em outra zona. O número de zonas onde seriam construídas novas escolas manter-se-ia enquanto o número de zonas em que as escolas seriam expandidas aumentaria para 14. O número total de novos módulos a instalar seria de 31 (em vez de 33 obtida para 70% da taxa de ocupação). A implementação desta solução faria com que em 2015 existissem 28 zonas com escolas em vez de 25.
- No segundo caso (80% da taxa de ocupação), a distância agregada aumentaria para 2898,6 km (+189,9), devido ao encerramento de escolas em 15 zonas (cerca de 39%) e o número de módulos a instalar subiria para 37 (em vez de 33 obtida para 70% da taxa de ocupação). O número de zonas em que seriam construídas novas escolas aumentaria para 5. Esta solução diminuiria para 21 o número de zonas com escolas do município de Santa Cruz no horizonte de 2015.

### 4.3.2 Minimização do investimento

Relativamente ao problema de minimização do investimento considerando uma taxa de ocupação mínima de 70%, a solução encontrada foi a seguinte [Figura 4.9]:

- construção de novas escolas em duas zonas – Montanhinha e Poilão Cabral;
- encerramento das escolas existentes em 8 zonas – Achada Lage, Ribeirão Boi, Rebelo, Chã da Silva, Fundura, Levada, Porto Madeira e Monte Negro; e
- expansão das escolas existentes em 13 zonas – Saltos Abaixo, Achada Bel Bel, Cancelo, Santa Cruz, Pedra Badejo, Rocha Lama, Achada Fazenda, Serelho, Boca Larga de São Lourenço de Órgãos, Ribeira Seca, Renque Purga, Lage e Pico d'Antónia.

Relativamente a esta solução, o número de novos módulos a instalar é de 30, ou seja, como seria de esperar, menos que os 33 módulos a instalar no caso do problema da maximização da acessibilidade. Em contrapartida, a distância agregada para esta solução é 1379,6 km (+38,0%). Importa notar que a redução no número de módulos é concretizada através de alteração somente em duas partes da rede: o encerramento da escola de Chã da Silva em vez da escola de Rocha Lama, próxima de Pedra Badejo e a expansão da escola de Lage em vez da abertura de uma nova escola em Pedra Molar.

Tal como no problema de maximização da acessibilidade, efectuamos com a mesma abordagem metodológica uma análise de sensibilidade desta solução para o problema de minimização do investimento, aumentando a taxa de ocupação mínima de 60% para 80% [Tabela 4.6].

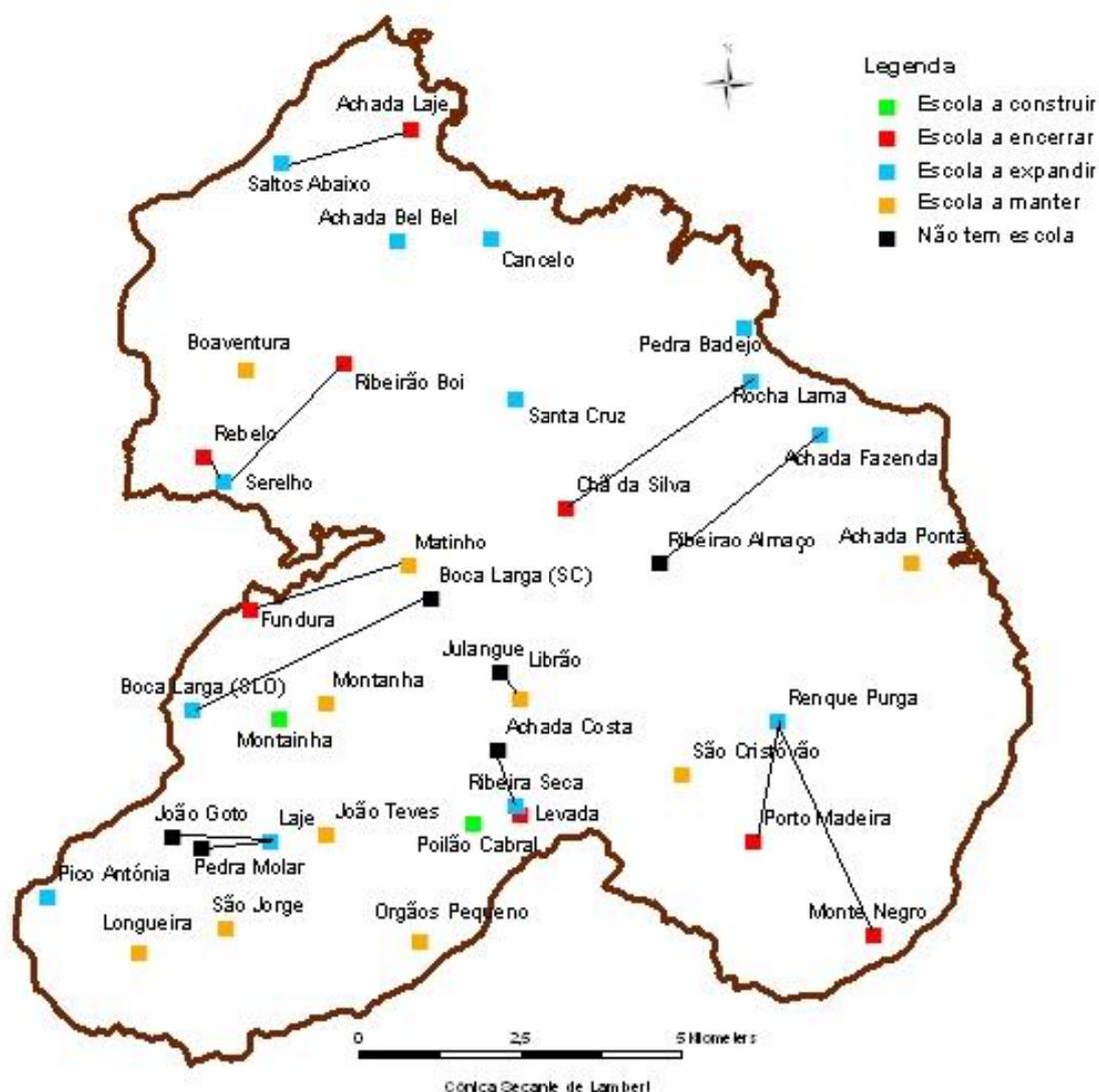


Figura 4.9 – Solução de minimização do investimento para Santa Cruz

Tabela 4.6 – Análise da sensibilidade da solução de minimização do investimento

Taxa de ocupação mínima	Distância agregada (km)	Número de zonas				Número de módulos		
		Onde novas escolas são construídas	Onde escolas são expandidas	Onde escolas são fechadas	Com escolas	Novos	Fechados	Total
60%	857,6	3	14	6	28	29	8	79
70%	1379,6	2	13	8	25	30	8	78
80%	3371,4	3	9	15	19	34	17	73

De acordo com os dados da Tabela 4.6, apesar da distância agregada aumentar expressivamente de 857,6 km para 3314,4 km com o aumento da taxa de ocupação mínima (60% para 80%), o número de zonas com escolas básicas não sofreu nenhuma alteração.

Em termos da solução, as alterações decorrentes da variação daquela taxa são basicamente as seguintes:

- o número de zonas com escolas diminuiria de 28 para 19 (em vez de 21 no problema da maximização de acessibilidade);
- o número de módulos a ser instalados passaria de 29 para 34; e
- o número de módulos a ser encerrados mais do que duplicaria (8 para 17) tendo em consideração que o número de zonas onde as escolas seriam encerradas aumentaria 150% (de 6 para 15) no município de Santa Cruz.

Comparando as soluções obtidas nas análises de sensibilidade [Tabelas 4.5 e 4.6] dos dois problemas – maximização da acessibilidade e minimização do investimento – para uma taxa de ocupação mínima de 70% [Tabela 4.7], deparamos com o seguinte:

- A distância agregada para a solução do problema de minimização do investimento (1379,6 km) é maior do que a da solução do problema de maximização da acessibilidade (1000 km).
- O número de novas escolas diminui de 3 no problema de maximização de acessibilidade para 2 no problema de minimização do investimento, respectivamente. Esta redução já foi referida anteriormente, ou seja, resulta da expansão da escola de Lage, zona vizinha, em vez da abertura de uma nova escola em Pedra Molar.
- O número de zonas com escolas básicas permanece igual nos dois problemas, o que significa que em ambas as soluções haverá escolas em 25 das 39 zonas no município de Santa Cruz em 2015.

- O número de novos módulos diminui de 33 para 30.
- O número total de módulos é o mesmo nas duas soluções (78).

**Tabela 4.7 – Análise da sensibilidade para uma taxa de ocupação mínima de 70%**

Tipo de problema	Distância agregada (km)	Número de zonas				Número de módulos		
		Onde novas escolas são construídas	Onde escolas são expandidas	Onde escolas são fechadas	Com escolas	Novos	Fechados	Total
Maximização da Acessibilidade	1000,0	3	12	9	25	33	11	78
Minimização do Investimento	1379,6	2	13	8	25	30	8	78

Na Tabela 4.8 apresenta-se uma descrição pormenorizada dos resultados da análise de sensibilidade admitindo uma taxa de ocupação mínima de 70%. Dos 56 módulos (de 3 salas) existentes no lectivo de 2003/04, passa-se em 2015 para um total de 78 módulos em qualquer das soluções (maximização da distância e minimização do investimento). O maior aumento do número de módulos terá lugar na zona de Pedra Badejo (de 9 em 2009 para 19 ou 18 em 2015), a sede do município de Santa Cruz. Na outra zona urbana, João Teves, situada na freguesia de São Lourenço dos Órgãos, não está previsto aumento do número de módulos, mantendo-se a situação existente em 2003.

Os resultados da análise da sensibilidade para os dois objectivos estratégicos e para as diferentes taxas de ocupação nas 39 zonas do município de Santa Cruz está apresentada no Anexo A.3.

**Tabela 4.8 – Análise da sensibilidade por zona para uma taxa de ocupação de 70%**

Zona	Número de módulos			Zona	Número de módulos		
	2003	2015			2003	2015	
		Maximização acessibilidade	Minimização investimento			Maximização acessibilidade	Minimização investimento
Ach.da Lage	1	0	0	Monte Negro	1	0	0
Salt. Abaixo	1	3	3	Levada	1	0	0
Ach.Bel Bel	1	2	2	Poil.Cabral	0	1	1
Cancelo	3	5	5	Órg.Pequeno	1	1	1
Boaventura	1	1	1	João Teves	4	4	4
Ribeirão Boi	1	0	0	Lage	1	0	3
Serelho	1	3	3	Pedra Molar	0	3	0
Rebelo	1	0	0	João Goto	0	0	0
Ped. Badejo	9	19	18	Montanhinha	0	1	1
Rocha Lama	3	0	4	Boca Larga	1	2	2
Santa Cruz	3	4	4	Longueira	1	1	1
Ach.Fazenda	4	6	6	Pico Antónia	1	2	2
Ach.Ponta	1	1	1	Montanha	1	1	1
Chã da Silva	1	3	0	Ach.Costa	0	0	0
Matinho	2	2	2	Ribeira Seca	2	3	3
Julangue	0	0	0	S.Cristovão	1	1	1
Librão	1	1	1	Fundura	1	0	0
Rib.Almaço	0	0	0	Boca Larga	0	0	0
Renq.Purga	2	5	5	São Jorge	3	3	3
P.Madeira	1	0	0	Total	56	78	78

#### 4.4 Considerações finais

Neste capítulo apresentamos um estudo que foi elaborado no sentido de ajudar a identificar a melhor evolução para a rede educativa do ensino básico no município de Santa Cruz tendo por referência o ano-horizonte de 2015. As orientações do Governo de Cabo Verde para a consolidação e modernização do sistema educativo, mormente no que tange ao aumento da escolaridade obrigatória de 6 para 8 anos de estudos, debatem-se com sérios problemas, dos quais se destacam o deficiente processo de planeamento e ordenamento da rede educativa a todos os níveis. Santa Cruz enfrenta graves problemas socioeconómicos, sendo um dos municípios mais pobres do país.

Os problemas de planeamento descritos no estudo estão representados através de modelos de localização discreta, considerando dois objectivos: a maximização da acessibilidade dos alunos às escolas e a minimização do investimento na expansão da rede educativa. Os modelos foram eficientemente resolvidos através do programa XPRESS-MP.

Relativamente aos resultados obtidos, verificamos que as soluções para os dois objectivos são muito similares. As diferenças são mínimas em termos da configuração geral da rede educativa em Santa Cruz para 2015. O aumento da taxa de ocupação mínima provoca um nítido aumento das distâncias que os alunos têm de percorrer para chegar às escolas. A solução de minimização do investimento admitindo uma taxa de ocupação mínima de 70% apresenta-se como interessante técnica e politicamente, podendo servir de base para os processos de decisão relacionados com a evolução da rede educativa no referido município.

## Capítulo V – Planeamento de Escolas Secundárias na Ilha de Santiago

---

Este capítulo visa descrever um estudo que foi realizado na ilha de Santiago em Cabo Verde com o propósito de definir a rede de escolas secundárias que permita satisfazer a procura educativa do ensino secundário na ilha de Santiago em 2015. O estudo foi efectuado através de um modelo de localização, considerando como objectivo principal a maximização da acessibilidade aos equipamentos, traduzida pela minimização da distância agregada dos alunos às escolas. Para o efeito, foram considerados 211 centros/zonas de procura na referida ilha. O modelo  $p$ -mediana foi resolvido através de um algoritmo de entropia cruzada – um novo tipo de método heurístico que tem sido aplicado com sucesso em problemas de optimização combinatória. Normalmente, os métodos heurísticos, como é o caso deste algoritmo, são convenientes em problemas de grande escala e podem oferecer boas soluções.

A motivação para o estudo apresentado neste capítulo resulta essencialmente da deficiente resposta que tem sido dada à forte procura educativa por parte dos cabo-verdianos ao nível do ensino secundário. Essa procura provocou um forte crescimento dos efectivos discentes desde finais da década de 1990, afectando todas as ilhas do país com maior incidência na ilha de Santiago (59,2% dos alunos em 2005/06), e obrigando as autoridades cabo-verdianas a construírem escolas secundárias em todos os municípios do país. Volvidos alguns anos, a avaliação que se faz é que as soluções em matéria de construções escolares não têm sido em geral tão eficazes como o esperado, em termos de localização de equipamentos, devido ao deficiente processo de planeamento.

## 5.1 Problemas de planeamento de escolas secundárias em Santiago

### 5.1.1 Caracterização socioeconómica da ilha de Santiago

Santiago foi a primeira ilha cabo-verdiana a ser povoada após as descobertas portuguesas no século XV. A ilha de Santiago, como todas as ilhas do Arquipélago de Cabo Verde, eleva-se de um soco submarino em forma de ferradura, localizada a uma profundidade da ordem dos 3.000 metros. A referida ilha fica situada na parte sul do Arquipélago de Cabo Verde [Figura 5.1].

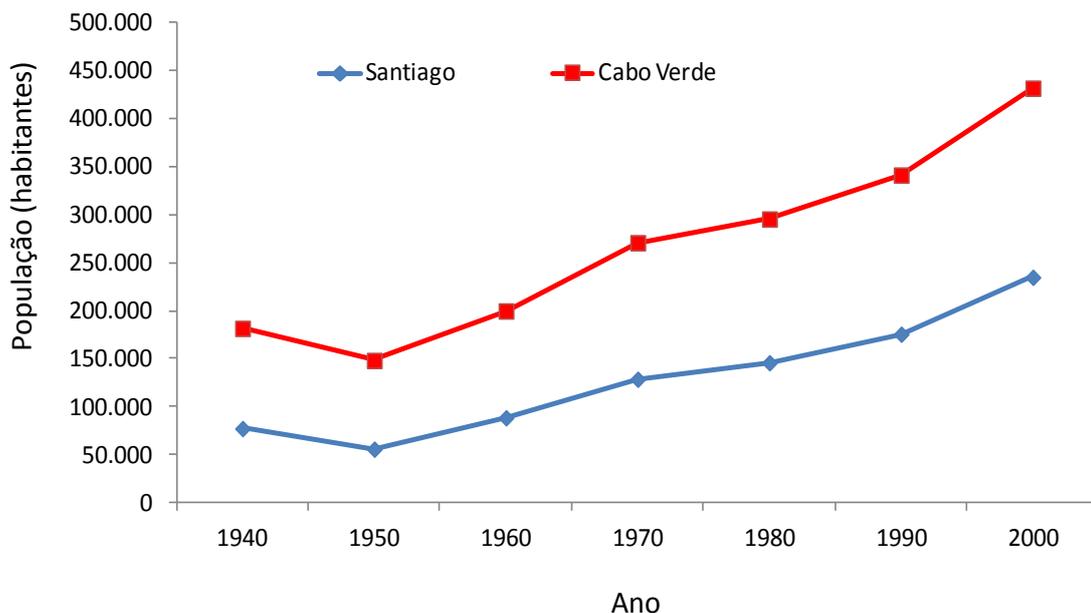


Figura 5.1 – Ilha de Santiago em Cabo Verde

É a maior ilha do país, com uma área de 991 km<sup>2</sup>. Até 2005, era constituída por seis municípios (Praia com 258,1 km<sup>2</sup>, São Domingos com 137,6 km<sup>2</sup>, Santa Catarina com 242,9 km<sup>2</sup>, Santa Cruz com 149,3 km<sup>2</sup>, São Miguel com 90,7 km<sup>2</sup> e Tarrafal com 90,7

km<sup>2</sup>). Recentemente, três freguesias da referida ilha ascenderam à categoria de municípios: Ribeira Grande, São Lourenço dos Órgãos e São Salvador do Mundo. A cidade da Praia, capital do país e sede do Governo da República de Cabo Verde está situada em Santiago. Tem escassez de recursos hídricos, resultantes das baixas precipitações pluviométricas, que apresentam irregularidades inter-anuais. Há um grande contraste entre as regiões mais elevadas, de clima suave e húmido, e as regiões mais baixas, muito secas e áridas. O ponto mais alto é o Pico d'Antónia (1.392 metros).

De 1940 a 2000, a população da ilha de Santiago cresceu de 77.382 para 234.940 habitantes residentes, o que corresponde a uma taxa de crescimento médio anual de 1,9%, enquanto a nível nacional este crescimento se situou em 1,5% no mesmo período [Figura 5.2]. Nos últimos dez anos, a taxa de crescimento média anual foi de 2,9% em Santiago e 2,4% a nível nacional.



**Figura 5.2 – Evolução da população da ilha de Santiago e de Cabo Verde**

Santiago contava em 2000 com 54,4% da população do país (INE, 2002). A sua densidade populacional era de 237 contra 107 a nível nacional. A idade mediana da ilha era de 16 anos e 17 anos a nível nacional. A população com menos de 15 anos era de 44,8% e 64,1% com menos de 25 anos. A população de Santiago com idades entre 12 e 17 anos,

correspondente à idade do ensino secundário, representa cerca de 16% da população do país. Entretanto, existem grandes oscilações em relação à distribuição da população dos 12-17 anos: 44,7% na Praia, 20,9% em Santa Catarina, 14,6% em Santa Cruz, 7,3% no Tarrafal, 6,5% em São Miguel e 6,1% em São Domingos. Por outro lado, 54,3% dos desempregados residiam na ilha de Santiago em 2006.

A dimensão média do agregado familiar era de 5 membros na ilha de Santiago e 4,6 a nível nacional. A taxa bruta de natalidade foi de 32,5% (contra 29,3% a nível geral) e o número de filhos por mulher de 4,31 (contra 4,0 a nível geral). O IIº Inquérito Demográfico de Saúde Reprodutiva realizado pelo INE em 2005 aponta para 2,9 o número de filhos por mulher a nível nacional.

Os indicadores socioeconómicos, sobretudo os de âmbito demográfico, revelam que a ilha de Santiago tem uma população maioritariamente jovem. Comparando-os com os indicadores a nível nacional, verifica-se que os valores da ilha de Santiago são superiores à média do país, o que se traduz numa forte pressão sobre os serviços públicos básicos, mormente os da educação, saúde, formação profissional, etc. Esta pressão não tem sido correspondida com a adequada capacidade de resposta por parte dos serviços públicos básicos da ilha de Santiago.

### 5.1.2 Procura educativa no ensino secundário

#### **Situação actual**

Em 2005/06 frequentaram o ensino secundário em Santiago 31.362 alunos dos quais 47,5% no município da Praia, 5,7% em São Domingos, 20,3% em Santa Catarina, 12,2% em Santa Cruz, 8,3% no Tarrafal e 6,1% em São Miguel. O 1º ciclo do ensino secundário teve 47,9% dos alunos, o 2º ciclo 31,3% e o 3º ciclo 20,8% [Tabela 5.1]. A distribuição dos estudantes pelas três áreas científicas principais do 3º ciclo (a humanística, a económico-social e a científico-tecnológico) tem sido quase equitativa. A Escola Secundária de Santa Catarina teve o maior número de alunos (4.795) da ilha de Santiago no ano lectivo 2005/06.

Os dados apresentados na Tabela 5.1 evidenciam sinais claros da existência de uma diferença grande, traduzida em termos negativos, entre as entradas (matriculados) no 1º ciclo e as saídas (diplomados) no 3º ciclo do ensino secundário. Entre os três ciclos de escolaridade, registaram-se perdas na ordem dos 35% de estudantes entre o 1º e 2º ciclos e dos 34% entre o 2º e 3º ciclos.

As situações mais graves foram verificadas em Santa Cruz, com -47,8% e -43,6% entre o 1º e 2º ciclos e 2º e 3º ciclos, respectivamente, e em São Domingos, -26,1% e -17,4%, respectivamente. A nível das escolas, a perda mais significativa ocorreu na Escola Secundária Pedro Gomes (-57,3%) entre 1º e 2º ciclos e na de São Miguel (-58,0%) entre 2º e 3º ciclos.

**Tabela 5.1 – Alunos do ensino secundário em 2005/06 na ilha de Santiago**

Município/Zonas	Liceu/Escola Secundária	Ciclos de escolaridade			Total	Perda/Aumento	
		1º ciclo (7º-8º)	2º ciclo (9º-10º)	3º ciclo (11º-12º)		1º para 2º ciclo	2º para 3º ciclo
<b>Praia</b>							
Praia	Domingos Ramos	1.464	901	656	3.021	-38,5%	-27,2%
Achada S. António	Cesaltina Ramos <sup>a)</sup>		497	560	1.057	----	+12,7%
	Pedro Gomes	1.265	540	550	2.355	-57,3%	+1,9%
Calabaceira	Calabaceira	943	751		1.694	-20,4%	----
Achada S.Filipe	Constantino Semedo	883	540	290	1.713	-38,8%	-46,3%
Varzea	Cónego Jacinto	1.048	550	490	2.088	-47,5%	-10,9%
	Amor de Deus <sup>b)</sup>	232	218	179	629	-6,0%	-17,9%
Palmarejo	Palmarejo	777	809	517	2.103	+4,1%	-36,1%
	C.Educ.Miraflores <sup>b)</sup>	247			247	----	----
	<b>Praia</b>	<b>6.859</b>	<b>4.806</b>	<b>3.242</b>	<b>14.907</b>	<b>-29,9%</b>	<b>-32,5%</b>
<b>Santa Catarina</b>							
Cruz dos Picos	Santa Catarina	2.659	1.319	817	4.795	-50,4%	-38,1%
	Téc. Duque Henri <sup>a)</sup>		567	620	1.187	----	+9,3%
Bombard./Rib. Carriço	Picos	374			374	----	----
	<b>Santa Catarina</b>	<b>3.033</b>	<b>1.886</b>	<b>1.437</b>	<b>6.356</b>	<b>-37,8%</b>	<b>-23,8%</b>
<b>Santa Cruz</b>							
Macati	Santa Cruz	1.543	1.097	619	3.259	-28,9%	-43,6%
São Jorge dos Orgãos	João Teves	560			560	----	----
	<b>Santa Cruz</b>	<b>2.103</b>	<b>1.097</b>	<b>619</b>	<b>3.819</b>	<b>-47,8%</b>	<b>-43,6%</b>
<b>São Domingos</b>							
João Garrido	São Domingos	760	562	464	1.786	-26,1%	-17,4%
<b>São Miguel</b>							
Achada Monte	São Miguel	1.026	616	259	1.901	-40,0%	-58,0%
<b>Tarrafal</b>							
Vila do Tarrafal	Tarrafal	1.237	857	499	2.593	-30,7%	-41,8%
<b>Santiago</b>		<b>15.018</b>	<b>9.824</b>	<b>652</b>	<b>31.362</b>	<b>-34,6%</b>	<b>-33,6%</b>

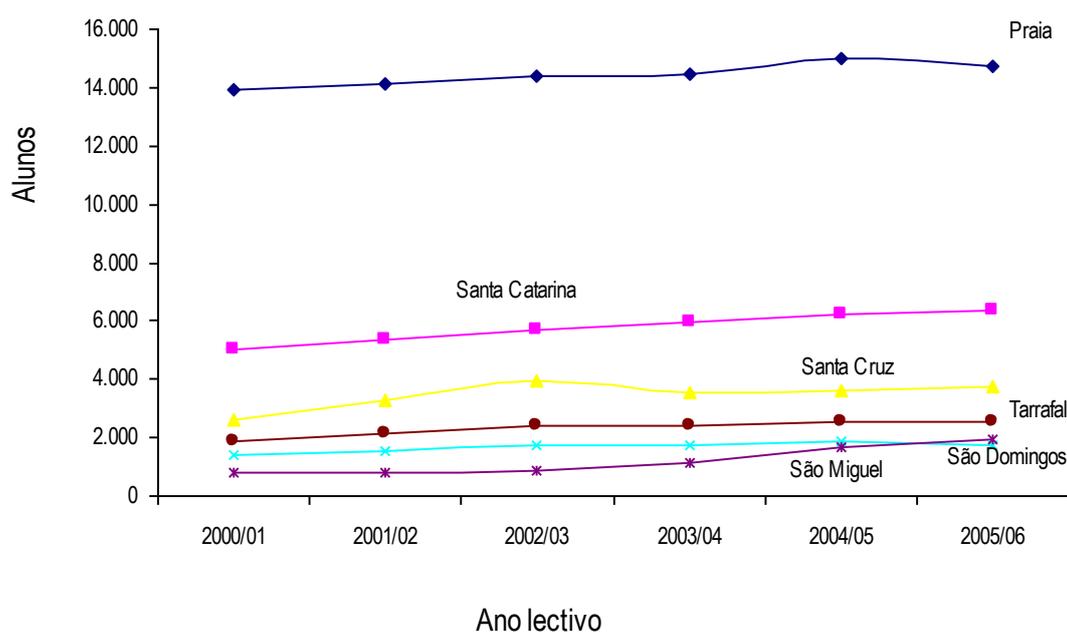
a) Escolas secundárias técnicas; b) Escolas semi-públicas.

Fonte: GEP/Ministério da Educação

Os limites de idade de acesso aos três ciclos do ensino secundário e o estabelecimento do número máximo de reprovações imposto pelo Ministério da Educação, bem como os

problemas económicos dos pais e encarregados de educação, constituem as principais causas desta situação. Um estudo realizado pela Associação para a Solidariedade e Desenvolvimento Zé Moniz em 2006 revelou que os problemas económicos (27,4%) são referenciados como a primeira causa do abandono escolar em Cabo Verde, seguido da falta de interesse (22,1%) e da repetência (21,3%).

Apesar das perdas atrás referidas, no período de 2000/01 a 2005/06 registaram-se acréscimos do número de alunos no ensino secundário em quase todos os municípios da ilha de Santiago, com excepção do município de Santa Cruz em que foi verificada um ligeiro abrandamento de 2002/03 a 2003/04. A Figura 5.3 mostra a evolução dos efectivos discentes no ensino secundário nos vários municípios da ilha de Santiago entre 2000/01 e 2005/06.



**Figura 5.3 – Evolução de alunos por município da ilha de Santiago**

A percentagem dos estudantes em Santiago passou de 51,7% em 2000/01 para 59,2% em 2005/06 [Tabela 5.2]. A nível municipal, a cidade da Praia continua a assumir a maior percentagem, apesar se registar uma diminuição em termos relativos entre 2000/01 (54,7%) e 2005/06 (47,3%). Esta situação resulta principalmente da abertura (construção e ampliação) de escolas localizadas nos outros municípios, escolas que anteriormente não

existiam ou em que a oferta educativa era muito reduzida. Muitas dessas novas escolas foram abertas graças à forte intervenção das autarquias no âmbito da consolidação do processo de descentralização ocorrida nas duas últimas décadas em Cabo Verde.

**Tabela 5.2 – Evolução de alunos do ensino secundário entre 2000/01 e 2005/06**

País/Ilha/Município	2000/01		2005/06		Taxa de crescimento médio anual entre 2000/01 e 2005/06
	Alunos	Percentagem	Alunos	Percentagem	
Nacional	49.522		52.969		1,4%
Ilha de Santiago	25.617	51,7%	31.362	59,2%	4,1%
Praia	13.900	54,3%	14.907	47,5%	1,4%
Santa Catarina	4.993	19,5%	6.356	20,3%	4,9%
Santa Cruz	2.638	10,3%	3.819	12,2%	7,7%
São Domingos	1.401	5,5%	1.786	5,7%	5,0%
São Miguel	816	3,2%	1.901	6,1%	18,4%
Tarrafal	1.869	7,3%	2.593	8,3%	6,8%

Fonte: GEP/Ministério da Educação

Segundo os dados da Tabela 5.2, o crescimento médio anual dos efectivos discentes do ensino secundário em Santiago foi de 4,1% entre 2000/01 e 2005/06, valor quase triplo do crescimento verificado a nível nacional (1,4%). No que tange aos municípios, o crescimento mais acentuado foi verificado em São Miguel (18,7%) e o menos acentuado na Praia (1,4%). Os restantes municípios tiveram também acréscimos positivos: 7,7% para Santa Cruz, 6,8% para Tarrafal, 5,0% para São Domingos e 4,9% para Santa Catarina, resultantes sobretudo da melhoria e alargamento das condições de acesso. Actualmente, todos os municípios do país têm pelo menos uma escola secundária.

A taxa de escolarização líquida no ensino secundário em 2004/05 foi de 65,4% na Praia, 62,9% em São Domingos, 58,3% em Santa Catarina, 50,7% em Santa Cruz, 58,7% em São Miguel e 67,2% no Tarrafal (GEP, 2005). Os dados do QUIBB referentes a 2007 divulgados pelo Instituto Nacional de Estatística de Cabo Verde indicam uma melhoria substancial na taxa de escolarização líquida: 79,7% na Praia, 80,4% em São Domingos, 68,4% em Santa Catarina, cerca de 76% em Santa Cruz, 80,8% em São Miguel e 76,3% no Tarrafal.

### Projecção de alunos para 2015

A projecção do número de alunos do ensino secundário em Santiago para o ano de 2015 apenas se refere às instituições públicas. Para o efeito, são descritas a metodologia utilizada e as hipóteses subjacentes a esta projecção, desagregada por município, zona e ciclo de estudo, de acordo com a Lei de Bases do Sistema Educativo nº103/III/90 datada de 29 de Dezembro, a saber:

- Dada a especificidade dos ciclos de estudo, a projecção da população a escolarizar foi dividida em dois grupos: 12-15 anos de idade, correspondente à população dos dois primeiros ciclos do ensino secundário (1º ciclo, do 7º ao 8º anos e 2º ciclo, do 9º ao 10º anos de escolaridade); e 16-17 anos de idade, correspondente à população do 3º ciclo do ensino secundário (11º ao 12º anos de escolaridade).
- Como já referido anteriormente, foram consideradas 211 zonas na ilha de Santiago, uma parte delas resultante da agregação de zonas estatísticas oficiais (cujo número total é 269).
- Segundo as projecções de 2006 divulgadas pelo Instituto Nacional de Estatística de Cabo Verde, prevê-se para 2015 uma população de 575.647 habitantes, o que representa um crescimento médio anual de 1,9% relativamente à população do Censo 2000. Tendo em conta que a população da ilha de Santiago constituía cerca de 54,4% em 2000 e, admitindo este mesmo peso, estima-se para 2015 uma população de aproximadamente 313.070 habitantes para a referida ilha. Assim, utilizou-se a mesma distribuição proporcional registada em cada município em 2000 e, nesta base, foi calculada a população por município para o ano 2015 e por faixa etária [Tabela 5.3].
- De acordo com a política educativa conducente à redução de crianças em idade escolar fora da escola, prevê-se para 2015 um aumento da escolarização de 20% em relação à cobertura real existente em 2005/06 no ensino secundário, em cada município. Neste sentido, foi acrescida uma percentagem de 20% na taxa de escolarização líquida de 2004/05 no sentido de estimar a referida taxa de

escolarização para 2015. A via técnica do ensino secundário não foi introduzida nesta projecção por ter uma estrutura curricular muito diferenciada da via geral. Em 2005/06, o número de alunos da via técnica representava 3,8% em Santiago e 3,7% a nível nacional. Estima-se que esta percentagem aumente para cerca de 5%, devido às acções que serão empreendidas com vista a aperfeiçoar o ensino secundário geral e técnico em articulação com a componente formação profissional. Assim, foi efectuado um decréscimo de 5% no número total da população estimada para o ensino secundário em 2015. A Tabela 5.4 resume os resultados das projecções para os municípios da ilha de Santiago.

- Mantendo a distribuição percentual de cada zona e idade registada em 2000, foi determinada a população projectada para 2015 de 12-17 anos de idades nas 211 zonas da ilha de Santiago [Anexos A.4 e A.5].

**Tabela 5.3 – Projecção da população (total e 12-17 anos) de Santiago para 2015**

Ilha/município	População 2015	População dos 12-17 anos de idades em 2015			
		12-13 anos	14-15 anos	16-17 anos	12-17 anos
<b>Santiago</b>	<b>313.070</b>	<b>18.941</b>	<b>15.835</b>	<b>14.717</b>	<b>49.492</b>
- Praia	139.855	8.007	7.052	6.935	21.994
- Santa Catarina	66.400	4.088	3.234	3.017	10.339
- Santa Cruz	43.928	2.925	2.335	1.991	7.250
- São Domingos	17.730	1.186	993	846	3.025
- São Miguel	23.698	1.435	1.159	1.046	3.641
- Tarrafal	21.459	1.299	1.062	882	3.243

**Tabela 5.4 – População do ensino secundário para 2015 em Santiago**

Ilha/município	População dos 12-17 anos		
	12-15 anos	16-17 anos	Total
Ilha de Santiago	<b>27305</b>	<b>12587</b>	<b>39892</b>
Praia	12769	5889	18658
Santa Catarina	5608	2584	8192
Santa Cruz	3405	1568	4973
São Domingos	1731	801	2532
São Miguel	1760	810	2570
Tarrafal	2032	935	2967

### 5.1.3 Rede escolar

Em 2005/06, a rede escolar do ensino secundário na ilha de Santiago era composta por 17 escolas públicas (localizadas em 13 zonas, Tabela 5.1), de entre as 38 escolas existentes no país. A Figura 5.4 mostra a distribuição territorial das escolas secundárias públicas existentes na ilha de Santiago por município e zona em 2005/06.



**Figura 5.4 – Escolas secundárias por município na ilha de Santiago**

A Tabela 5.5 apresenta a distribuição da rede escolar e os diversos rácios educativos nos seis municípios da ilha de Santiago. Mais de metade das salas e das turmas existentes em Cabo Verde estão localizadas na ilha de Santiago [Tabela 5.5]. Em 2005/06 funcionaram em Santiago 485 salas de aula e 849 turmas, constituindo assim um rácio de 64,0 alunos por sala e 36,6 alunos por turma, rácios superiores à média nacional (59,6 alunos/sala e 36,2 alunos/turma).

Tabela 5.5 – Número de escolas, salas, turmas e rácios em 2005/06

País/Ilha/Município	Escolas	Salas	Turmas	Rácio			
				alunos/escola	alunos/sala	alunos/turma	salas/escola
Nacional	38	888	1.463	1393,9	59,6	36,2	23,4
Ilha de Santiago	17	485	849	1826,8	64,0	36,6	28,5
Praia	9	239	406	1632,9	61,5	36,2	26,6
Santa Catarina	3	100	181	2112,3	63,4	35,0	33,3
Santa Cruz	2	56	97	1874,5	66,9	38,6	28,0
São Domingos	1	28	48	1774,0	63,4	37,0	28,0
São Miguel	1	25	50	1925,0	77,0	38,5	25,0
Tarfal	1	37	67	2575,0	69,6	38,4	37,0

Fonte: GEP/Ministério da Educação

O Liceu Domingos Ramos [Figura 5.5] construído na época colonial e situado na parte sul do município da Praia, é o estabelecimento de ensino secundário mais antigo do país, constituindo o “berço” de vários intelectuais, ou seja, é um património cultural do país. Este Liceu que já acolheu milhares de alunos, está ainda em pleno funcionamento com todos os ciclos de estudos e áreas científicas e, albergando anualmente mais de dois mil estudantes.



Figura 5.5 – Liceu Domingos Ramos situado na cidade da Praia

No 3º ciclo do ensino secundário, quatro áreas científicas integram o plano curricular: humanística, económico-social, científico-tecnológico e artes, esta última abrangendo um reduzido número de alunos. O funcionamento das áreas científicas nas escolas secundárias em Cabo Verde depende particularmente da existência de um corpo docente com formação adequada em termos académicos, pedagógicos e valências profissionais que responda às exigências do plano curricular assim como à existência de condições específicas (laboratórios, etc.). Por este motivo, nem todas as escolas oferecem o 3º ciclo do ensino secundário e entre aquelas que oferecem, nem todas leccionam a totalidade das áreas científicas.

Em 2005/06, cerca de 65% das escolas da ilha de Santiago ofereceram todos anos e ciclos de escolaridade, 17,6% apenas o 1º ciclo (7º-8º), 5,9% os dois primeiros ciclos (7º ao 10º) e 11,8% ministraram os 2º e 3º ciclos (9º ao 12º). Das 17 escolas secundárias existentes na ilha de Santiago, apenas duas (11,8%) ministravam a via técnica do ensino secundário sendo uma localizada na zona da Achada Santo António do município da Praia e outra em Pedra Barro no município de Santa Catarina. Ambas foram construídas na década de 1990 [Figura 5.6].



Escola Secundária Polivalente Cesaltina Ramos  
Município da Praia



Escola Técnica Gran Duque Henri  
Município de Santa Catarina

**Figura 5.6 – Escolas secundárias técnicas da ilha de Santiago**

A rápida expansão do ensino secundário não foi acompanhada pela melhoria do parque escolar com construções e reparações de escolas e salas de aula. Entretanto, em vários municípios foram utilizadas antigas instalações do ensino básico complementar, que estavam a ser utilizadas pelo ensino básico. Houve mesmo vários casos de coabitação do ensino básico com o ensino secundário, situação que tem vindo a diminuir progressivamente.

O processo de localização dos equipamentos educativos depende da disponibilização de espaços por parte das Câmaras Municipais. Não há, nem da parte das autoridades educativas nem das autarquias locais, a preocupação em utilizar procedimentos de planeamento de equipamentos colectivos tecnicamente adequados de forma a melhor servir o bem-estar das suas populações.

Neste contexto, além dos problemas de minimização da distância média de deslocação dos alunos desde a residência até ao local de implantação dos equipamentos educativos que não foram tidos em consideração, várias escolas em Cabo Verde e, sobretudo em Santiago, foram construídas em locais não adequadas designadamente em valas de difícil acesso e/ou de forte corrente de água das chuvas. As escolas secundárias da Calabaceira situadas no município da Praia e de São Domingos no município do mesmo nome constituem exemplos elucidativos da realidade desta situação [Figura 5.7].



Escola Secundária da Calabaceira (ex-EBC remodelada)  
Município da Praia



Escola Secundária de São Domingos  
Município de São Domingos

**Figura 5.7 – Escolas Secundárias da Calabaceira e São Domingos**

O Ministério da Educação tem em fase de construção diversos equipamentos para o ensino secundário na ilha de Santiago no sentido de melhor atender à procura educativa, e outros já estão sendo programados pelo Gabinete de Estudos e Planeamento. De seguida, apresentam-se as que estão em fase terminal:

- Escola Secundária de João Teves – localizada na zona de João Teves pertencente ao actual município de São Lourenço dos Órgãos, ex-freguesia do município de Santa Cruz;
- Escola Secundária de Salineiro – localizada na zona de Salineiro pertencente ao actual município de Ribeira Grande, ex-freguesia do município da Praia;
- Escola Secundária de Achada do Monte – localizada na zona de Achada Monte pertencente ao município de São Miguel;
- Escola Secundária de Achada Falcão – localizada na zona de Achada Falcão pertencente ao município de Santa Catarina;
- Escola Secundária de Achada Leitão – localizada na zona da Achada Leitão pertencente ao município dos Picos.

#### 5.1.4 Análise das capacidades

O ensino secundário em Cabo Verde funciona em regime de desdobramento, ou seja, utilização dupla das salas durante o dia. A taxa de ocupação agregada utilizada neste capítulo foi obtida através da relação entre a procura educativa (número de alunos) e da oferta escolar (capacidade das escolas secundárias) [Tabela 5.6].

Segundo orientações de planeamento definidas pelo GEDSE (1997), o número máximo de alunos por sala de aula em cada período no ensino secundário não deve exceder 35 (o que corresponde a 70 alunos/sala por dia). Esta orientação tem sido amplamente transmitida às escolas no sentido de garantir a qualidade do ensino. Perante a grande procura educativa por parte das famílias e, por outro lado, o reduzido número de salas de aula, as escolas têm

colocado mais alunos na sala do que o estabelecido. Apesar do rácio na ilha de Santiago se situar em 64 alunos/sala por dia, na prática encontram-se muitas salas com mais de 40 alunos, seja de manhã seja à tarde, o que significa que a capacidade real utilizada neste caso ultrapassa os 40 alunos por sala por período, ou seja, excede 80 alunos por sala num dia normal de funcionamento das aulas.

A Tabela 5.6 apresenta de forma detalhada os dados e indicadores sobre a taxa de ocupação estabelecida e utilizada no ensino secundário em 2005/06 nos vários municípios da ilha de Santiago. As diferenças percentuais menos significativas entre as taxas de ocupação estabelecidas e observadas foram registadas nos municípios da Praia e de Santa Catarina, municípios onde estão situadas duas das quatro cidades de Cabo Verde.

**Tabela 5.6 – Taxa de ocupação agregada (estabelecida e observada) em 2005/06**

Pais/Ilha/Município	Capacidade estabelecida	Capacidade utilizada	Número de alunos (em 2005/06)	Ocupação estabelecida (alunos/capacidade estabelecida)	Ocupação utilizada (alunos/capacidade utilizada)
Nacional	<b>62.160</b>	<b>71.040</b>	<b>52.969</b>	<b>85,2%</b>	<b>74,6%</b>
Ilha de Santiago	<b>33.950</b>	<b>38.800</b>	<b>31.362</b>	<b>92,4%</b>	<b>80,8%</b>
Praia	16.730	19.120	14.907	89,1%	78,0%
Santa Catarina	7.000	8.000	6.356	90,8%	79,5%
Santa Cruz	3.920	4.480	3.819	97,4%	85,2%
São Domingos	1.960	2.240	1.786	91,1%	79,7%
São Miguel	1.750	2.000	1.901	108,6%	95,1%
Tarrafal	2.590	2.960	2.593	100,1%	87,6%

Fonte: GEP/Ministério da Educação

## 5.2 Metodologia de planeamento

O desenvolvimento do estudo de planeamento de escolas secundárias a que este capítulo se refere foi efectuado de acordo com a metodologia seguidamente descrita.

Tendo por base a projecção da população escolar para 2015 para as 211 zonas da ilha de Santiago anteriormente referida, foi desenvolvido um modelo de planeamento de equipamentos colectivos para determinar a localização e capacidade óptimas das escolas secundárias, assim como a atribuição óptima dos alunos às escolas no referido ano.

O modelo foi aplicado em duas etapas: primeiro consideraram-se os dois primeiros ciclos do ensino secundário, (7º ao 10º anos de escolaridade); e depois, tendo em conta as localizações das escolas correspondentes a estes ciclos, considerou-se o terceiro ciclo (11º e 12º anos de escolaridade). Os alunos deste ciclo deveriam ser posteriormente atribuídos a escolas definidas na primeira etapa.

Na determinação da capacidade das escolas, exigiu-se um número mínimo de 1600 alunos dos dois primeiros ciclos (ou seja, 800 alunos destes ciclos por período do dia) para justificar a abertura/funcionamento de uma escola. O número mínimo de salas correspondente é de 20, já que se considerou o número máximo de 40 alunos por sala. No caso do 3º ciclo, dadas as respectivas especificidades, foi considerado um número mínimo de 12 turmas e 30 alunos/turma, o que define uma capacidade mínima de 360 alunos.

O número total de escolas a funcionar no futuro foi definido à partida como sendo igual a 25. Este valor, que significa a construção de 8 escolas novas, foi obtido considerando os 39.892 alunos calculados na projecção da população para o ensino secundário em 2015 e o rácio de 1600 alunos/escola. Embora elevado, este rácio representa um progresso significativo relativamente ao rácio de 2005/06, que era de quase 1850 alunos/escola.

No que respeita ao 3º ciclo, foram considerados dois cenários, correspondentes à instalação de 12 e 15 escolas respectivamente (em 2005/06 só 11 escolas ofereciam a via geral deste ciclo de ensino). O 1º cenário corresponde a um pequeno ajustamento da situação existente, com pequenas implicações ao nível das despesas de investimento. O 2º cenário teria certamente maiores implicações financeiras, correspondendo à preocupação de diminuir claramente o rácio alunos/sala, com efeitos positivos para a qualidade do sistema educativo a nível do ensino secundário.

Quer para o planeamento dos dois primeiros ciclos do ensino secundário, quer para o terceiro, foi admitida uma distância máxima entre os alunos e a escola a que forem atribuídos de 20 km.

Para resolver o modelo foi elaborado um algoritmo de entropia cruzada (*cross-entropy*). Trata-se de um algoritmo introduzido recentemente por Rubinstein (1997, 1999), que tem

sido aplicado na resolução de um significativo número de modelos de optimização combinatória – por exemplo, de roteamento de veículos (Chepuri e Homem-de-Mello, 2005) e planeamento de sistemas eléctricos (Ernst et al., 2007) – mas que, na altura em que o desenvolvemos, não tinha ainda sido usado em problemas de localização de equipamentos colectivos. Entretanto, Caserta e Rico (2009) publicaram um artigo onde é aplicado um algoritmo de entropia cruzada a um problema do tipo CFLP. Uma apresentação didáctica deste tipo de algoritmo encontra-se disponível em De Boer et al. (2005).

### 5.3 Modelo de optimização

O modelo de planeamento dos equipamentos colectivos desenvolvido tem como objectivo a maximização da acessibilidade às escolas (minimização da distância agregada), e inclui as seguintes restrições:

- uma escola apenas pode ser aberta, ou permanecer aberta, se servir um determinado nível mínimo de procura;
- o número (máximo) de escolas a construir é dado;
- os alunos apenas podem ser atribuídos a escolas que distem, no máximo, 20 km da zona (centro) em que residem;
- os alunos de um dado centro devem ser atribuídos à mesma escola ou a escolas pertencentes ao mesmo sítio; e,
- os alunos de cada centro são atribuídos à escola mais próxima do centro onde residem.

Ou seja, é, no essencial, um modelo da  $p$ -mediana com restrições de capacidade e atribuição ao equipamento mais próximo.

A formulação matemática do modelo é a seguinte:

$$\text{Min } D = \sum_{j \in J} \sum_{k \in K} u_j d_{jk} x_{jk} \quad (5.1)$$

sujeito a:

$$\sum_{k \in K} x_{jk} = 1, \forall j \in J \quad (5.2)$$

$$x_{jk} \leq r_{jk} \cdot y_k, \forall j \in J, k \in K \quad (5.3)$$

$$\sum_{j \in J} u_j x_{jk} \geq z_{\min} y_k, \forall k \in K \quad (5.4)$$

$$\sum_{k \in K} y_k \leq p \quad (5.5)$$

$$\sum_{\substack{i \in K: \\ d_{ji} \leq d_{jk}}} x_{ji} \geq y_k, \forall j \in J, k \in K \quad (5.6)$$

$$x_{jk} \in \{0,1\}, \forall j \in J, k \in K \quad (5.7)$$

$$y_k \in \{0,1\}, \forall k \in K \quad (5.8)$$

Para a formulação matemática do referido modelo, foi considerada a seguinte notação:

- a função-objectivo, distância agregada, é representada por  $D$ ;
- o conjunto de centros onde a procura se concentra é designado por  $J$ , e o conjunto de sítios onde os equipamentos estão, ou podem vir a ser localizados, é designado por  $K$ ;
- a procura em cada centro  $j \in J$  é conhecida à partida e é dada por  $u_j$ ;
- a distância mínima entre o centro  $j$  e o sítio  $k$  é dado por  $d_{jk}$ ;

- a variável  $r_{jk}$  toma o valor unitário se a distância  $d_{jk}$  for inferior a  $d_{max}$ , que representa a máxima distância admissível entre os alunos e a escola a que são atribuídos, e é igual a zero, caso contrário;
- a capacidade dos equipamentos deve verificar um limite mínimo  $z_{min}$ ;
- a variável  $y_k$  determina a localização dos equipamentos ( $y_k=1$  se um equipamento se localiza no sítio  $k$ , e  $y_k=0$ , caso contrário); e,
- a variável  $x_{jk}$  representa a proporção de alunos atribuídos às escolas ( $x_{jk}=1$  se a procura do centro  $j$  é servida pela escola do sítio  $k$ , e  $x_{jk}=0$ , caso contrário).

A função-objectivo do modelo matemático (5.1) representa a minimização da distância agregada (tempo ou custo) que os alunos têm de percorrer entre os centros onde vivem e as escolas a que são atribuídos.

A optimização da função-objectivo está sujeita às seguintes restrições:

- Restrições (5.2) - asseguram que toda a procura é servida, ou seja, todos os alunos são atribuídos a uma escola.
- Restrições (5.3) - garantem que a procura do centro  $j$  apenas pode ser atribuída ao sítio  $k$  se aí se localizar uma escola e, se essa escola estiver, no máximo, a uma distância  $d_{max}$  (20 km) desse centro. Com efeito, se não existir um equipamento atribuído a  $k$  (portanto,  $y_k=0$ ) ou se existir mas estiver a uma distância superior a  $d_{max}$  (portanto,  $r_{jk}=0$ ), não pode haver utentes atribuídos à escola (ou seja,  $x_{jk}=0$ ).
- Restrições (5.4) - estipulam que qualquer escola terá uma dimensão superior a  $z_{min}$ .
- Restrição (5.5) - define o número máximo de escolas a funcionar;
- Restrições (5.6) - garantem que todos os alunos estão atribuídos à escola mais próxima.

## 5.4 Resolução do modelo

Os modelos de localização podem ser resolvidos através de métodos exactos usando *software* comercial (como o programa XPRESS-MP) quando a respectiva dimensão é relativamente reduzida. No caso em análise, dado o elevado número de zonas (211) e o facto de existirem restrições de capacidade mínima e de atribuição da procura ao equipamento mais próximo, a utilização de métodos exactos não é viável. Assim, optou-se por recorrer a um método heurístico, mais concretamente – como atrás foi referido – a um algoritmo de entropia cruzada.

Em seguida apresentamos, em secções separadas, a descrição do algoritmo e um estudo da sua eficiência computacional para o modelo apresentado na secção anterior.

### 5.4.1 Descrição do algoritmo

Um algoritmo de entropia cruzada consiste num processo iterativo em que cada iteração envolve os seguintes passos:

1. Gerar uma população inicial de soluções cuja dimensão,  $N$ , se mantém até ao final do processo iterativo. Cada solução especifica os  $p$  sítios onde os equipamentos são instalados (do conjunto de  $K$  sítios considerados como localizações possíveis para os equipamentos). Todos os sítios são escolhidos (ou não) para integrar uma solução com a mesma probabilidade.
2. Determinar para cada uma das soluções o valor da função-objectivo,  $Z_n$ ,  $n = 1, \dots, N$ , e ordenar as soluções por ordem decrescente do valor da função-objectivo.
3. Verificar se o valor da função-objectivo para a melhor solução não evoluiu nas últimas  $Q$  iterações. Se for esse o caso, ir para o passo 6.
4. Determinar o número de casos em que um dado sítio,  $k$ , é incluído numa dada percentagem das melhores soluções,  $M < N$ . A relação entre este número de casos,

$m_k$ , e o número de melhores soluções (ou seja  $m_k/M$ ) é proporcional à probabilidade com que um sítio será escolhido para instalar um equipamento em iterações subsequentes do algoritmo.

5. Gerar uma nova população de soluções tendo em conta as probabilidades de instalação de equipamentos nos sítios calculadas no passo anterior e, eventualmente, também na iteração anterior. Ir para o passo 2.
6. Aplicar um procedimento de *Interchange* à melhor solução.

#### 5.4.2 Estudo computacional

Para testar o algoritmo de entropia cruzada, foi desenvolvido um estudo computacional em que os resultados obtidos através do algoritmo foram comparados com os resultados obtidos através de um método exacto (calculados através do programa XPRESS-MP).

A comparação incidiu sobre quatro tipos de problema – 20 centros de procura e 5 equipamentos a localizar (20/5), 20 centros e 10 equipamentos (20/10), 50 centros e 5 equipamentos (50/5), e 50 centros e 10 equipamentos (50/10) – todos definidos numa região de 500×500 unidades de comprimento. Para cada tipo de problema foram consideradas 10 instâncias aleatórias. As coordenadas de cada centro foram obtidas gerando números aleatórios uniformemente no intervalo [0, 500]. A procura de cada centro foi estabelecida de modo a que o valor esperado da procura total da região fosse de 10.000. Deste modo, para os problemas de 20 centros foram gerados números aleatórios uniformemente dentro do intervalo [0, 1000] e para os problemas de 50 centros dentro do intervalo [0, 400]. A capacidade mínima de cada equipamento foi considerada igual a 500. Os sítios para a instalação dos equipamentos foram considerados ser coincidentes com os centros.

O algoritmo foi implementado considerando (em alternativa):

- uma população de soluções com dimensão igual a 5 ou 10 vezes o número de centros (e de sítios), isto é,  $N = 5K$  ou  $N = 10K$ ;

- as 20% ou as 50% melhores soluções obtidas em cada iteração, isto é,  $M = 0,2N$  ou  $M = 0,5N$ ;
- o cálculo da probabilidade de escolher um dado sítio para instalar um equipamento baseado apenas nos resultados da iteração corrente ou baseado, com igual peso (50%), nos resultados da iteração corrente e da iteração precedente.

Os resultados obtidos considerando 10 sementes de números aleatórios para cada uma das dez instâncias tratadas encontram-se sumariados na Tabela 5.7.

**Tabela 5.7 – Percentagem de soluções óptimas globais obtidas com o algoritmo de entropia cruzada**

Tipo de problema	Peso das iterações	Percentagem de soluções óptimas			
		N=5K, M=0,2N	N=5K, M=0,5N	N=10K, M=0,2N	N=10K, M=0,5N
20 centros/5 equipamentos	50/50	93	92	93	88
	0/100	90	89	96	89
20 centros/10 equipamentos	50/50	100	100	100	100
	0/100	100	100	100	100
50 centros/5 equipamentos	50/50	79	79	81	74
	0/100	75	75	80	84
50 centros/10 equipamentos	50/50	57	47	52	49
	0/100	53	56	55	59

No caso dos problemas de 20 centros e 10 equipamentos é sempre obtida a solução óptima global. Já no caso do problema de 20 centros e 5 equipamentos apenas foram sempre identificadas as soluções óptimas globais em 7 das 10 instâncias analisadas. Nas restantes 3 instâncias para além da solução óptima global, foram obtidas duas outras soluções numa das instâncias e mais uma nas outras duas. Estas soluções diferem da óptima em dois equipamentos. No caso dos problemas de 50 centros e 5 equipamentos, em apenas 3 das 10 instâncias foi sempre obtida a solução óptima global. Para 5 instâncias foi, em geral, obtida a solução óptima global, mas em alguns casos foram obtidas soluções diferentes, geralmente em dois equipamentos. Nas duas restantes instâncias verificou-se alguma dispersão dos resultados e a solução óptima apenas foi obtida um reduzido número de vezes. Finalmente, no caso dos problemas de 50 centros e 10 equipamentos, a solução óptima global apenas foi sempre obtida em uma instância. Nas restantes instâncias, a solução óptima global foi obtida um pequeno número de vezes, verificando-se uma grande

dispersão de resultados e diferenças significativas na localização dos equipamentos entre a solução obtida e a solução óptima global.

Na Tabela 5.8 encontram-se representados os valores do desvio máximo e do desvio médio dos valores das soluções obtidas com o algoritmo da entropia cruzada relativamente ao valor da solução óptima global para cada tipo de problema. Como seria de esperar, os valores desses desvios são maiores no caso dos problemas de 50 sítios, podendo atingir mais de 15% quando há 10 equipamentos a instalar. No entanto, em termos médios o desvio não supera nunca os 2,5%.

**Tabela 5.8 – Desvios máximos e desvios médios entre o valor das soluções obtidas com o algoritmo de entropia cruzada e o valor das soluções óptimas globais**

Tipo de problema	Peso das iterações	Desvio máximo – Desvio médio			
		N=5K, M=0,2N	N=5K, M=0,5N	N=10K, M=0,2N	N=10K, M=0,5N
20 centros/5 equipamentos	50/50	3,7 - 0,8	3,7 - 0,9	2,1 - 0,8	3,7 - 0,9
	0/100	2,1 - 0,9	2,1 - 1,1	2,1 - 0,3	3,7 - 1,3
20 centros/10 equipamentos	50/50	0,0 - 0,0	0,0 - 0,0	0,0 - 0,0	0,0 - 0,0
	0/100	0,0 - 0,0	0,0 - 0,0	0,0 - 0,0	0,0 - 0,0
50 centros/5 equipamentos	50/50	4,3 - 1,1	4,3 - 1,1	3,3 - 0,6	4,2 - 1,0
	0/100	5,5 - 1,4	5,5 - 1,4	4,4 - 1,3	4,4 - 0,9
50 centros/10 equipamentos	50/50	9,7 - 1,9	25,3 - 2,5	7,8 - 1,6	10,7 - 1,6
	0/100	10,7 - 1,9	10,7 - 2,1	10,7 - 2,2	15,7 - 1,9

A execução do algoritmo num computador com processador Dual Core revelou-se extremamente rápida, não ultrapassando nunca os 2 segundos no caso dos problemas de 20 centros e os 10 segundos no caso dos problemas de 50 centros (demorando o procedimento *Interchange* cerca de 1 segundo).

Em suma, o estudo computacional revelou a capacidade do algoritmo de entropia cruzada para identificar a solução óptima global de problemas de planeamento de equipamentos colectivos desde que cada instância seja corrida para várias sementes de números aleatórios. O esforço computacional é perfeitamente aceitável e cresce de forma razoável com a dimensão dos problemas a resolver (os tempos de cálculo aumentaram apenas cerca de 5 vezes quando a dimensão dos problemas aumentou 2,5 vezes).

## 5.5 Análise dos resultados

Este subcapítulo destina-se a apresentar os resultados obtidos para o planeamento de escolas secundárias da ilha de Santiago no horizonte de 2015, através da aplicação do algoritmo de entropia cruzada. A apresentação é desenvolvida em duas etapas: na primeira, são analisados os resultados relativos à população do ensino secundário dos dois primeiros ciclos de escolaridade (1º e 2º ciclos), ou seja, dos 12-15 anos de idade e, na segunda etapa, a população correspondente ao 3º ciclo (16-17 anos de idade).

### 5.5.1 População do ensino secundário dos 12-15 anos de idades

Os dados apresentados na Tabela 5.9 referem-se aos valores da função-objectivo para as três melhores soluções encontradas relativamente ao ensino secundário dos 12-15 anos de idades [Anexo A.6].

**Tabela 5.9 – Função-objectivo e número de escolas por solução em Santiago**

Solu- ção	Distân- cia agregada	Diferença em relação à 1ª solução		Número de escolas secundárias previstas para os municípios da ilha de Santiago para o 1º e 2º ciclos.					
		absoluta	relativa	Praia	São Domingos	S.Catarina	S.Cruz	S.Miguel	Tarrafal
1	76.786	----		10		7	4	2	2
2	77.971	1.185	1,5%	9	1	7	4	2	2
3	78.819	2.033	2,6%	9	2	8	2	2	2

Da análise da tabela 5.9, podem destacar-se os seguintes aspectos:

- A distância agregada para a melhor solução encontrada (Solução 1) é de 76.786 km. Esta solução prevê a instalação de escolas secundárias em 25 zonas da ilha de Santiago, sendo 10 no município da Praia, 7 em Santa Catarina, 4 em Santa Cruz, duas em São Miguel e duas no Tarrafal. De salientar que a maioria dos municípios duplica o número de zonas com escola secundária, contrariamente ao município de São Domingos onde se propõe o encerramento da única escola secundária actualmente existente (admitiu-se que, ao contrário das restantes escolas existentes, a escola deste município poderia encerrar devido à sua localização inadequada, em leito de cheia – ver Figura 5.7). A população em idade escolar de São Domingos

passaria a ser servida por uma nova escola secundária localizada na Achada Loura, zona situada na fronteira entre os municípios da Praia e de São Domingos.

- A Solução 2 (segunda melhor solução) apresenta uma distância agregada de 77.971 km, com uma diferença de 1.185 km (1,5%) em relação à Solução 1. Na Solução 2 prevê-se a instalação de uma escola secundária em São Domingos, particularmente na zona em Veneza, reduzindo-se para 9 o número de escolas a instalar no município da Praia. Para os restantes municípios, as propostas apresentadas nas duas soluções são idênticas.
- Com uma diferença de 2.033 km (2,6%) relativamente à melhor solução, o número de equipamentos educativos previstos na Solução 3 altera-se significativamente: surgem duas escolas no município de São Domingos, 8 em Santa Catarina, e duas em Santa Cruz, São Miguel e Tarrafal. Tal como na Solução 2, a Praia teria 9 escolas.

A Figura 5.8 apresenta a localização geográfica das escolas secundárias a serem instaladas nos vários municípios para a população dos 12-15 anos de idades no caso de ser adoptada a Solução 1, e a Tabela 5.10 descreve esta solução em pormenor.

Relativamente a esta solução, importa sublinhar o seguinte:

- Algumas partes da ilha de Santiago, actualmente mal cobertas por equipamentos do ensino secundário, passariam a ter uma cobertura adequada.
- A localização de escolas em 25 zonas seria suficiente para cobrir convenientemente a população dos 12-15 anos de idade do ensino secundário na ilha de Santiago caso a política de aumentar a escolarização líquida neste nível de ensino de 20% em 2015 seja implementada nos vários municípios do país.
- O município da Praia passaria a ter escolas instaladas em 10 zonas (actualmente tem em 6). Em contrapartida, e como já foi referido, passaria a não existir qualquer equipamento no município de São Domingos. Santa Catarina é o município que

receberia o maior número de novas escolas – cinco – situadas nas zonas de Achada Galego, Achada Lém, Mato Baixo, Poilão de Boa Entrada e Manipulo. Em Santa Cruz seriam instaladas mais duas escolas secundárias, nas zonas de Canelo e João Toro, na parte norte do município. São Miguel e Tarrafal duplicariam o número de escolas secundárias, devendo os novos equipamentos ser instalados nas zonas de Achada Monte e Chão Bom.

- Algumas das escolas, nomeadamente em zonas da Praia e de Santa Catarina, ficariam com um número muito elevado de alunos. Nestes casos, justificar-se-ia a construção de novas escolas em zonas onde já se localizam escolas, para evitar que as escolas existentes tenham uma utilização excessiva.

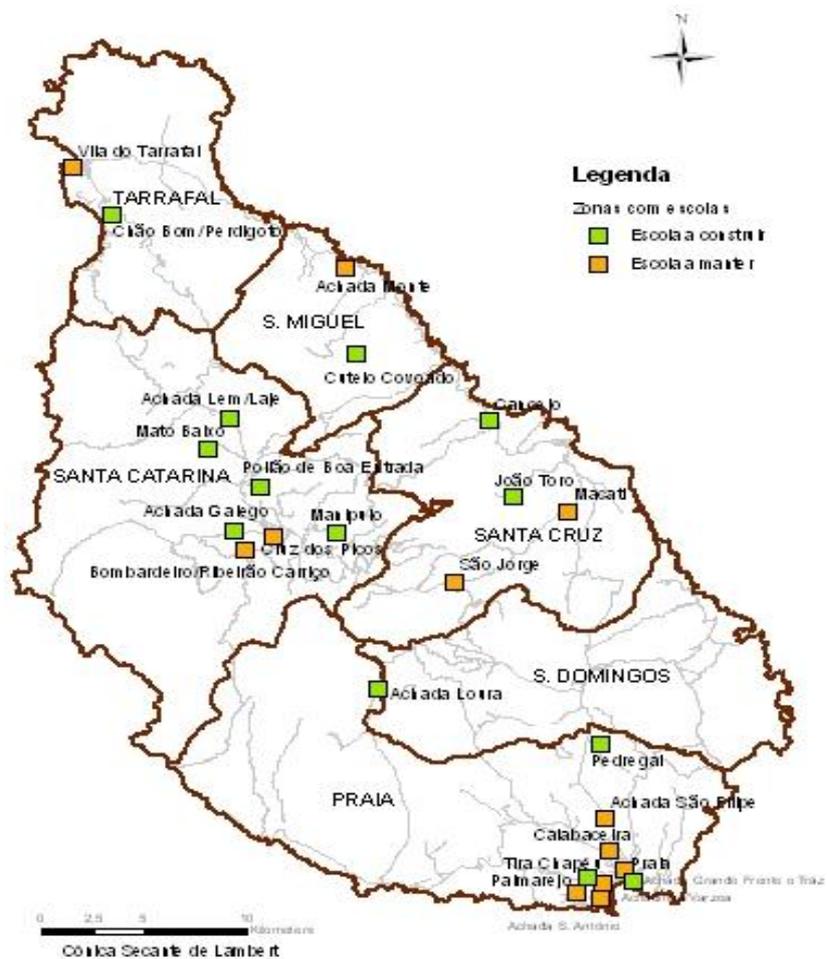


Figura 5.8 – Melhor solução para instalação de 25 escolas em Santiago

Tabela 5.10 – Escolas para a população dos 12 – 15 anos por município e zona

Município	Zonas (com escolas)	1º e 2º ciclos (12-15 anos)	Rede de escolas secundárias		
			Existente	Nova	Encerrado
Praia	Praia	1558	Domingos Ramos		
	Achada de S. António	1569	Pedro Gomes		
	Achada Grande Frente e Traz	809		Nova	
	Calabaceira	2147	Calabaceira		
	Achada Loura	949		Nova	
	Achada São Filipe	1182	Constantino Semedo		
	Achadinha/Várzea	2062	Cónego Jacinto/Amor de Deus		
	Palmarejo	927	Palmarejo/C.Educativo		
	Pedregal	1393	Mira Flor		Nova
	Tira Chapéu	1560			Nova
Santa Catarina	Achada Galego	875			Nova
	Bombardeiro/Ribeiro	975	Picos		
	Cariço				
	Cruz dos Picos	826	S.Catarina/Tec. Duque Henry		
	Manipulo	823			Nova
	Poilão de Boa Entrada	811			Nova
	Achada Lém/Laje	840			Nova
	Mato Baixo	810			Nova
Santa Cruz	Cancelo	882			Nova
	João Toro	1089			Nova
	Macati	803	Santa Cruz		
	São Jorge	833	João Teves		
São Domingos			São Domingos		Encerrado
São Miguel	Achada Monte	808	São Miguel		
	Cutelo Covoado	1018			Nova
Tarrafal	Chão Bom/Perdigoto	950			Nova
	Vila do Tarrafal	806	Tarrafal		
<b>Santiago</b>		<b>27305</b>			

### 5.5.2 População do ensino secundário dos 16-17 anos

Nos termos da metodologia adoptada, o 3º ciclo do ensino secundário (para a população dos 16-17 anos de idade) fica instalado em escolas com os dois primeiros ciclos, mas não em todas elas (dadas as exigências de equipamentos e professores que se associam ao 3º ciclo). Conforme anteriormente foi referido, consideraram-se dois cenários para as escolas com 3º ciclo: o da instalação em 12 escolas e o da instalação em 15 escolas [Anexo A.7].

A Tabela 5.11 apresenta a melhor solução para cada um dos dois cenários, referindo o valor da distância agregada e a localização das escolas com 3º ciclo.

Tabela 5.11 – Função-objectivo e número de escolas por solução em Santiago

Cenário	Distância agregada	Número de escolas secundárias previstas para os municípios da ilha de Santiago para o 3º ciclo					
		Praia	S.Domingos	S.Catarina	S.Cruz	S.Miguel	Tarrafal
1º	48.883,5	4	----	3	3	1	1
2º	43.862,5	6	----	3	3	2	1

No 1º cenário, a distância agregada que os alunos têm de percorrer é de 48.883,5 km. O número de zonas com escolas do 3º ciclo passaria para 12, sendo 4 na Praia, 3 em Santa Catarina, 3 em Santa Cruz, uma em São Miguel e uma no Tarrafal. Esta solução não prevê a existência de 3º ciclo no município de São Domingos, na medida em que estes resultados foram gerados a partir da melhor solução para a população dos 12-15 anos de idade, que também não a previa. Os alunos deste município passariam a ser servidos numa escola do município da Praia. A distância agregada correspondente ao 2º cenário é de 43.862,5 km, ou seja cerca de 10% mais baixa. As três escolas adicionais onde o 3º ciclo seria oferecido localizam-se na Praia (duas) e em São Miguel (uma). A Figura 5.9 e a Tabela 5.12 descrevem a solução adoptada para o 3º ciclo nos dois cenários.

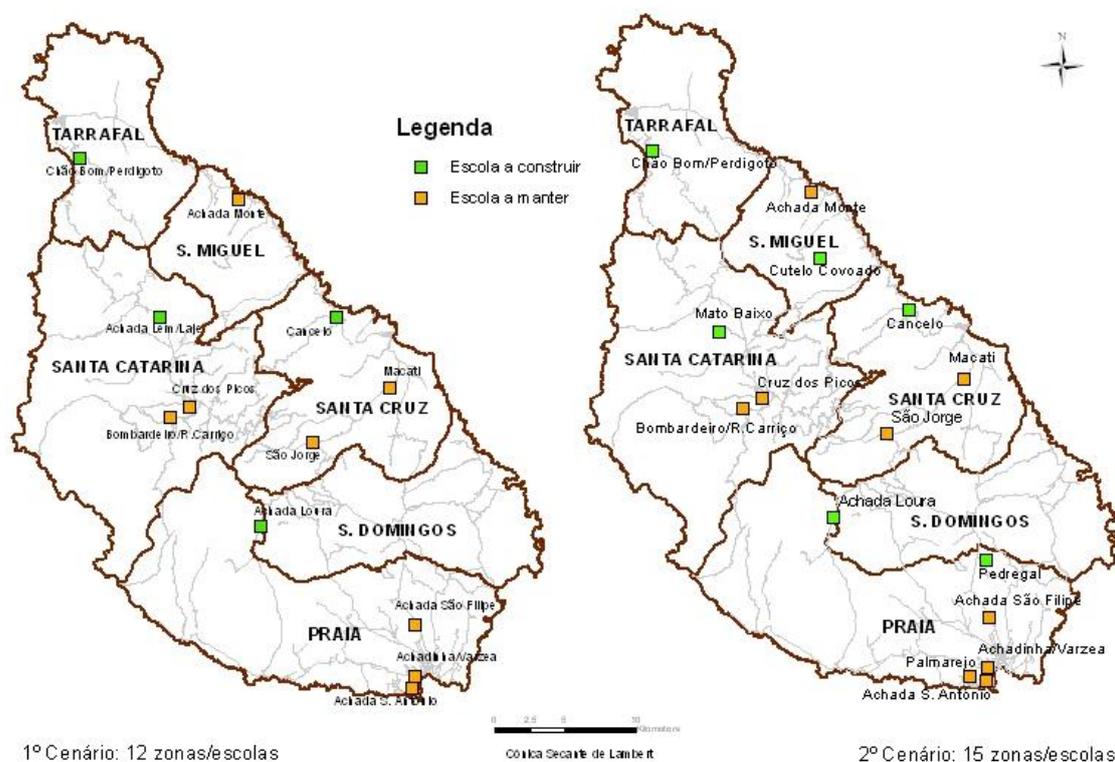


Figura 5.9 – Resultados dos dois cenários de escolas secundárias

Tabela 5.12 – Escolas para a população dos 16 – 17 anos por município e zona

Município	Zonas	3º Ciclo (16-17 anos)	
		1º Cenário	2º Cenário
Praia	Achada de S. António	2501	2161
	Achada Loura	641	439
	Achada São Filipe	893	545
	Achadinha/Várzea	2496	2312
	Palmarejo		428
	Pedregal		646
Santa Catarina	Bombardeiro/Ribeiro Carriço	450	450
	Cruz dos Picos	1201	1123
	Achada Lém/Laje	1157	
	Mato Baixo		1029
Santa Cruz	Cancelo	610	408
	Macati	871	871
	São Jorge	452	452
São Miguel	Achada Monte	519	383
	Cutelo Covoado		524
Tarrafal	Chão Bom/Perdigoto	796	816
	<b>Santiago</b>	<b>12587</b>	<b>12587</b>

## 5.6 Considerações finais

O estudo descrito neste capítulo teve por objectivo definir a rede de escolas secundárias a implementar para satisfazer a procura educativa da ilha de Santiago em 2015. Há várias décadas que esta ilha vem recebendo populações das outras ilhas à procura de melhores condições de vida. As estatísticas demográficas do INE indicam que mais de 50% da população do país está concentrada em Santiago, e esta percentagem tende a aumentar. Dado o aumento de procura educativa que se tem registado por parte das famílias cabo-verdianas, é especialmente importante encontrar soluções eficientes para os problemas relacionados com as escolas secundárias na ilha de Santiago.

A expansão educativa ao nível do ensino secundário tem levado as autoridades cabo-verdianas a equacionarem soluções de recurso, em termos de espaços escolares, no início de cada ano lectivo, mormente a utilização de espaços arrendados e a ocupação de espaços destinados ao ensino básico. Em alguns momentos, foram feitas construções escolares de raiz, sem estudar convenientemente a respectiva localização.

Para abordar devidamente os problemas de planeamento da rede educativa do ensino secundário da ilha de Santiago é necessário recorrer a modelos de localização discreta. O modelo desenvolvido é do tipo  $p$ -mediana. O objectivo considerado foi a maximização da acessibilidade às escolas (minimização da distância agregada dos alunos às escolas) com um dado número de escolas. A aplicação do modelo foi feita considerando 211 centros/zonas de procura em duas etapas: na primeira etapa foi considerada a procura da população dos 12-15 anos e, na segunda, a da população dos 16-17 anos, correspondentes aos 1º e 2º ciclos e ao 3º ciclo, respectivamente. Para resolver o modelo utilizou-se um algoritmo de entropia cruzada.

Relativamente aos vários resultados, a melhor solução encontrada para os 1º e 2º ciclos considerando uma rede de 25 zonas com escolas envolve a construção de escolas novas em todos os municípios à excepção de São Domingos. Para o 3º ciclo consideraram-se dois cenários, um deles – o mais condizente com a melhoria da qualidade do ensino – compreendendo a construção de novas escolas em 7 zonas e o encerramento de escolas em duas zonas, passando das 10 zonas com escolas secundárias em 2005/2006 para 15 em 2015 em Santiago.

## Capítulo VI – Integração dos SIGs no Planeamento da Educação

---

Este capítulo destina-se a estudar a integração dos sistemas de informação geográfica (SIGs) no processo de planeamento e gestão da educação em Cabo Verde. É conceptualizado um Sistema de Informação para o Planeamento da Educação (SIPE) que relaciona informação geográfica e estatística através de uma única e consistente base de dados. O SIPE é alimentado com base em dados demográficos e educativos. Este sistema produzirá indicadores para subsidiar o processo de tomada de decisão em matéria de planeamento e gestão da educação.

## 6.1 Utilização dos SIGs em Cabo Verde

Em Cabo Verde, a utilização dos SIGs tem vindo a ganhar expressão nos últimos anos, embora esteja ainda limitada a um número relativamente reduzido de instituições.

De seguida são referidas, de forma resumida, algumas experiências de utilização dos SIGs em Cabo Verde, segundo a natureza dos assuntos:

- Processo de planeamento educativo – até ao presente, os SIGs têm sido escassamente utilizados nos trabalhos de planeamento da educação. Os trabalhos sobre o planeamento da educação quer a nível dos serviços centrais quer a nível dos serviços desconcentrados do Ministério da Educação utilizam essencialmente mapas e cartas elaboradas de forma manual, em geral de deficiente qualidade, acarretando custos elevados sempre que se pretende fazer a sua actualização.
- Processo de ensino e aprendizagem – o plano curricular do ensino secundário ainda não inclui conteúdos relacionados com a utilização de SIGs. As instituições de ensino superior em Cabo Verde têm a disciplina de Sistemas de Informação Geográfica nos programas de alguns cursos designadamente de Geografia, Geologia e Engenharias. Actualmente, com a abertura da Universidade de Cabo Verde e várias universidades privadas, existem cursos de graduação e pós-graduação em Sistemas de Informação Geográfica, em parceria com instituições portuguesas de ensino superior.
- Serviços públicos – algumas instituições de sector público cabo-verdiano designadamente a Direcção Geral do Ordenamento do Território, o Ministério da Agricultura, o Instituto Nacional de Desenvolvimento Agrário, o Instituto Nacional de Gestão dos Recursos Hídricos e o Instituto Nacional de Estatística têm vindo a desenvolver trabalhos e projectos apoiando-se nas potencialidades dos sistemas de informação geográfica.

- A Direcção Geral do Ordenamento do Território já tem disponível a fotografia área digital realizada em 2005 para quase todas as ilhas do país. Esta fotografia tem sido objecto de vários trabalhos utilizando os SIGs.
- Em 2006, foi realizado o exercício da Força Rápida da NATO denominado “Steadfast Jaguar 2006” em Cabo Verde. Uma série de actividades de preparação foram realizadas entre as quais uma acção de formação no Instituto Superior da Educação sobre a utilização do *software* ArcGIS 9.0 destinada aos responsáveis militares cabo-verdianos envolvidos nesse exercício. Foram produzidos vários cenários para cada ilha, utilizando o referido software, como pode ser visto num dos exemplos apresentados no Anexo A.8.
- O Núcleo Operacional da Sociedade de Informação (NOSI), que propõe e promove políticas e estratégias nacionais de desenvolvimento integrado para a inovação e a sociedade de informação e para a governação electrónica, está desde 2007 a trabalhar num projecto de Sistema de Informação Geográfica que integra três componentes: Seguimento e Avaliação, Gestão Municipal e Cabo Verde Digital. As áreas de intervenção são:
  - Emissão de plantas de localização;
  - Rede viária;
  - Gestão urbanística;
  - Cadastro de propriedades;
  - Património municipal;
  - Fiscalização;
  - Mapas interactivos de cidades/concelhos/região;
  - Plano Director Municipal;
  - Pedidos de informação simples.

Um dos serviços do projecto designa-se por Cabo Verde Interactivo e é desenvolvido através de um mapa interactivo. Este serviço vai permitir a visualização de toda a informação geográfica disponível no SIG que seja útil numa perspectiva de promoção do território nacional para o cidadão em geral, bem como para o turista, o empresário, o investidor, entre outros. Ainda, possibilita efectuar pesquisas por pontos de interesse entre as outras informações úteis sobre a localização de serviços importantes para o cidadão.

- Instituições privadas – a empresa cabo-verdiana de telecomunicações (Cabo Verde TELECOM) tem feito alguns trabalhos de identificação das cabines de telefones em todos os municípios do país utilizando os SIGs.

Ultimamente, no âmbito dos cursos de graduação e pós-graduação, surgiram vários trabalhos e estudos académicos sobre Cabo Verde utilizando as potencialidades dos SIGs e com a sua aplicação nas mais diversas áreas do saber tais como gestão de riscos naturais, detecção remota, cartografia, ambiente, água, saneamento, etc. No entanto, não foram identificados trabalhos relativos à integração dos SIGs no processo de planeamento de equipamentos educativos.

## **6.2 Processo de integração dos SIGs no Planeamento da Educação**

Os sistemas de informação geográfica são fundamentais para o planeamento da educação. Neste contexto, o processo de integração dos SIGs no planeamento da educação deve passar pelo desenvolvimento de um Sistema de Informação para o Planeamento da Educação (SIPE) que incorpore basicamente vários módulos eminentemente inter-relacionados em termos de interface de utilização e de produção de resultados.

O SIPE deve, através de uma base de dados, possibilitar essa integração, utilizando informações georreferenciadas provenientes de fontes diversas, constituindo assim um sistema único e consistente. O aspecto distintivo do SIPE é a sua capacidade de armazenar, processar, modelar, disponibilizar e exibir informações das soluções obtidas para o

problema de localização de equipamentos educativos e, ao mesmo tempo, visualizar estes resultados espacialmente.

Os dados a serem introduzidos no SIPE devem ser relativos principalmente aos contextos educativos e demográficos do país. Outros dados serão seguramente necessários designadamente dados sobre as distâncias, tempo, etc. Igualmente, todo o suporte digital concernente aos mapas que permitirá a correcta localização das instituições educativas segundo as zonas e lugares deve ser facultado ao SIPE. Deve ainda receber recursos provenientes de várias fontes e produzir resultados que servirão o planeamento de equipamentos educativos.

### 6.3 Organização institucional do SIPE

A informação útil ao processo de planeamento da educação depende basicamente da configuração do SIPE (objectivos, estrutura orgânica, atribuições, etc.), ou seja, da forma como o processo de planeamento está institucionalmente organizado. Neste sentido, o desenvolvimento do SIPE sujeita-se não só às questões institucionais como também irá depender da oferta de informação de entidades directa ou indirectamente relacionadas com o planeamento. A nível macro, a informação que deve integrar o SIG e que sirva ao planeamento da educação deve estar institucionalmente distribuída em duas entidades, a saber:

- O **Instituto Nacional de Estatística (INE)** produz informação sobre a população cabo-verdiana. Segundo a Lei de Bases do Serviço Estatístico Nacional, cabe ao INE fazer a recolha, o tratamento e a publicação de informações estatísticas sobre o conjunto das actividades económicas e sociais do país. A informação disponível sobre a demografia do país é essencialmente obtida nos recenseamentos (o último teve lugar em 2000 e está em curso o de 2010, de que apenas existem resultados preliminares).
- O **Gabinete de Estudos e Planeamento (GEP) do Ministério da Educação** produz a informação sobre a educação (efectivos discentes e docentes, infra-

estruturas, orçamentos, etc.) necessária ao planeamento e desenvolvimento do sistema educativo cabo-verdiano. O GEP é um órgão sectorial, delegado pelo INE, com responsabilidades na produção de informação estatística na área da educação. O GEP, à luz das suas funções e atribuições, recolhe, trata e divulga informações educativas de outros serviços centrais assim como dos serviços desconcentrados do sector da educação, situados nos municípios.

Não obstante o envolvimento institucional destas duas entidades (GEP e INE), o SIPE poderá conforme as atribuições previamente definidas, ter a colaboração institucional de outras entidades ligadas aos trabalhos de urbanismo, cartografia, ordenamento do território, câmaras municipais, etc., no sentido de actualização de informação geográfica dos estabelecimentos de ensino.

### 6.3.1 Elementos de um SIPE

A construção do SIPE exige a definição de forma clara das suas componentes. Em primeiro lugar, a definição dos objectivos do SIPE, que deve ser feita em função das necessidades dos intervenientes e dos utilizadores do sistema de planeamento. Basicamente, podem ser considerados três tipos de intervenientes de um SIPE: a entidade que terá a função de administrar e gerir o SIPE (que deve ser o órgão central de planeamento educativo, neste caso, designado pelo Gabinete de Estudos e Planeamento), as entidades que fornecem informação ao SIPE (que devem assumir o compromisso de actualizar de forma regular e sistemática o SIPE) e os utilizadores do SIPE (que podem ser todos os órgãos do Sistema Estatístico Nacional, os próprios fornecedores de informação, os diferentes órgãos da administração central e local, e o público em geral, na base de direitos de acesso diferenciados).

Na parte referente ao desenho do SIPE devem ser considerados as fontes disponíveis (ou a criar), os métodos de recolha e tratamento de informação, os fluxos de informação (frequência, finalidades, prioridades, nível de desagregação, origem e destino, etc.), e os indicadores e cenários de planeamento educativo. A forma de integração com os SIGs deve constituir um aspecto importante. Neste sentido, o SIPE deve ter um interface compatível

com os SIGs para que estes possam utilizar a base de dados para a georreferenciação dos equipamentos educativos e, ao mesmo tempo, produzam informação (distância, etc.) para ser utilizada nos modelos de otimização.

A definição da plataforma deve ser precedida de um estudo para a determinação das características do *hardware*, *software* e capacitação dos recursos humanos. Por último, os custos de construção e operacionalização do SIPE devem ser considerados na elaboração do orçamento e do plano de implementação. Este último deve incluir a montagem e a manutenção, e uma clara definição das responsabilidades.

### 6.3.2 Modelo do SIPE

Pelos aspectos anteriormente referidos, o SIPE será também um sistema de informação que inclua principalmente uma base de dados relacional e que permita manter uma interface com os módulos SIG e Modelação, recebendo Dados de natureza educativa e demográfica e, produzindo Soluções de Planeamento, em matéria de localização de equipamentos educativos e de indicadores educativos.

A Figura 6.1 apresenta a definição da estrutura do SIPE e respectivos módulos constitutivos.

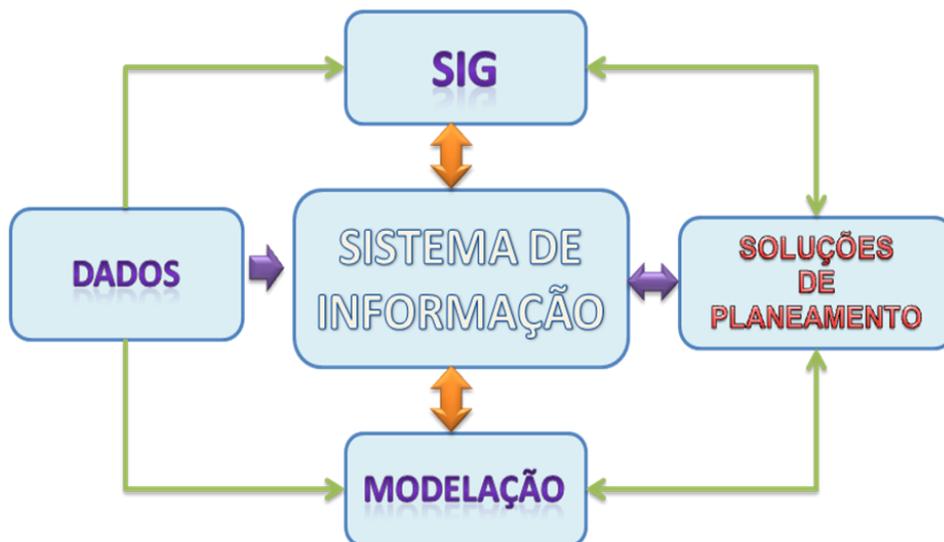


Figura 6.1 – Estrutura do SIPE

O módulo “SIG” poderá ser suportado em um *software* da família dos SIGs existentes no mercado que já possua funcionalidades e rotinas destinadas a problemas de planeamento de equipamentos colectivos (como é, por exemplo, o caso de ArcGIS/ArcInfo). De igual modo, o módulo “Modelação” poderá aproveitar os recursos existentes no mercado. Este procedimento trará vantagens enormes em termos de redução de custos.

O módulo “Dados” é a base de todo o funcionamento do SIPE. A Figura 6.2 apresenta a estrutura deste módulo referindo os vários níveis de informações, indicadores, categorias e dimensões que devem ser utilizados no sistema.

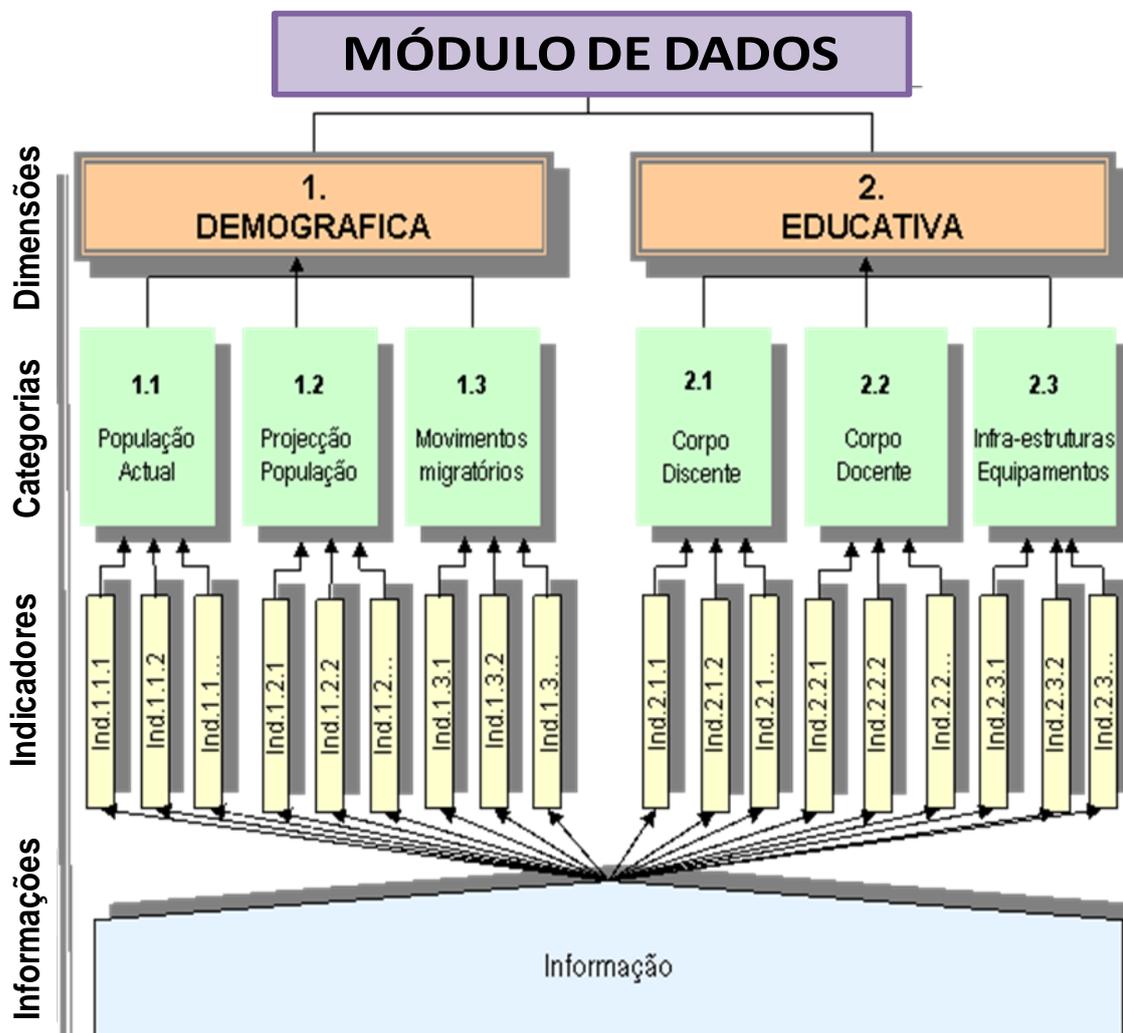


Figura 6.2 – Módulo de dados do SIPE

A seguir são descritos de forma detalhada os aspectos que constituem o módulo “Dados”:

- **Dimensões** – agregam dados e informações de dois níveis amplos, compreendendo:

1. Dimensão DEMOGRAFICA

2. Dimensão EDUCATIVA

- **Categorias** - são os desdobramentos das dimensões, organizadas, cada uma, em níveis, de acordo com as características consideradas as mais pertinentes em função do processo de planeamento da educação, compreendendo:

Para a dimensão DEMOGRAFICA:

1.1 População actual

1.2 Projecção da população

1.3 Movimentos migratórios

Para a dimensão EDUCATIVA:

2.1 Corpo discente

2.2 Corpo docente

2.3 Infra-estruturas e equipamentos

Na dimensão “Demográfica”, as três categorias procuram descrever questões relacionadas com a população do país, considerando a situação actual da população em relação ao último censo (incluindo as suas características socioeconómicas), as projecções demográficas, necessárias para a construção de cenários alternativos dos fluxos escolares no horizonte de planeamento, e, por último, os movimentos migratórios em relação às zonas de influência das escolas. Na segunda dimensão, “Educativa”, as três categorias pretendem descrever os recursos humanos e físicos das escolas (pessoal discente, docente e instalações).

- **Indicadores** – decorrem directamente da forma como estão estruturadas e desenhadas as categorias, estabelecendo-se uma estreita relação entre a lógica de categorias e a estrutura dos indicadores. Por isso, os indicadores abaixo referidos estão organizados em função da proximidade e interdependência das categorias, compreendendo:

1.1 Para a categoria “População actual”:

1.1.1 Distribuição da população

1.2 Para a categoria “ projecção da População”:

1.2.1 projecção da população a escolarizar

1.3 Para a categoria “Movimentos migratórios”:

1.3.1 Entradas

1.3.2 Saídas

2.1 Para a categoria “Corpo discente”:

2.1.1 Taxa de admissão (bruta e líquida)

2.1.2 Taxa de transição

2.1.3 Taxa de escolarização (bruta e líquida)

2.1.4 Percentagem de aprovação, reprovação e abandono

2.1.5 Rácio de alunos/turma

2.1.6 Rácio de entrada e saída

2.1.7 Percentagem de alunos por escola e zona de residência

2.1.8 Distância percorrida pelos alunos

2.2 Para a categoria “Corpo docente”:

2.2.1 Percentagem de docentes por formação académica e profissional

2.2.2 Percentagem de docentes segundo o vínculo contratual

2.2.3 Deslocações efectuadas pelos professores à escola

2.2.4 Rácio alunos/professor

2.3 Para a categoria de análise “Infra-estruturas e equipamentos”:

2.3.1 Localização dos estabelecimentos educativos

2.3.2 Características das salas de aula

2.3.3 Rácio alunos/sala

- **Informações** – são o material de base para a construção dos indicadores.

A informação, a fonte e a referência necessária para a definição de cada indicador, segundo o módulo, estão indicadas nas tabelas 6.1, 6.2, 6.3 e 6.4.

## Dimensão DEMOGRÁFICA

**Tabela 6.1 – Informação sobre a “população”**

Item/Indicador	Informação	Fonte/Referência
Distribuição da população residente.	População no ano do Censo e momento considerado por sexo, idade simples, município, zonas, lugar e meio (urbano/rural) de residência.	INE-CV através do Recenseamento Geral da População e Habitação - 2000.
Projeção da população a escolarizar.	Projeção da população por idade simples, município, zona e lugar de residência.	
Movimentos da população.	Número de entradas e saída da população por município, zonas e idade.	

Dimensão EDUCATIVA**INDICADOR: CORPO DISCENTE****Tabela 6.2 – Informação para o indicador “Corpo discente”**

Item/indicador	Informação	Fonte
Taxa (bruta e líquida) de admissão.	Alunos no 1º ano de escolaridade, por sexo, idade, nível de ensino, município, zonas e lugar de residência.	
Taxa de Transição.	Alunos do último ano de escolaridade, por sexo, idade, município, zonas e lugar de residência de um determinado nível de ensino. Alunos do primeiro ano de escolaridade do nível de ensino subsequente, por sexo, idade, município, zonas e lugar de residência.	GEP - Ministério da Educação, Censo
Taxa (bruta e líquida) de escolarização.	Alunos por idade, sexo, nível de ensino, município, zonas e lugar de residência.	Escolar 2003/04, 2004/05, 2005/06, 2006/07, 2007/08 (provisória).
Percentagem de aprovação, reprovação e abandono.	Alunos aprovados, reprovados e abandonos.	
Rácio alunos/professor	Alunos por ano de estudo e nível de ensino. Número de turmas existentes.	
Rácio de entradas e saídas	Alunos que entram pela 1ª vez no sistema. Alunos diplomados do sistema	
Percentagem de alunos por zonas de residência	Alunos por zonas de residência	
Distância percorrida pelos alunos à escola.	Distância casa à escola por sexo, idade, zona e município.	

**INDICADOR: CORPO DOCENTE****Tabela 6.3 – Informação para o indicador “Corpo docente”**

Item/indicador	Informação	Fonte
Percentagem de docentes por formação académica e profissional	Número total de professores por nível de ensino e instituição onde trabalha.	
	Professores por habilitação literária, sexo, idade e nível de ensino que lecciona.	
Percentagem de docentes segundo o vínculo contratual.	Professores com e sem formação profissional por sexo, idade e nível de ensino.	GEP - Ministério da Educação, Censo
	Professores por tipo de vínculo contratual, idade, nível de ensino e instituição onde trabalha.	Escolar 2003/04, 2004/05, 2005/06, 2006/07, 2007/08 (provisória).
Deslocações efectuadas pelos professores à escola.	Distância percorrida pelos docentes à escola segundo a idade, nível de ensino e instituição onde trabalha.	
Rácio alunos/professor	Alunos por ano de estudo, nível de ensino e instituição.	
	Número total de professor por nível de ensino e instituição onde trabalha.	

## INDICADOR: INFRA-ESTRUTURA E EQUIPAMENTOS

Tabela 6.4 – Informação para o indicador “Infra-estruturas e equipamentos”

Item/indicador	Informação	Fonte
Localização dos estabelecimentos educativos	Número de estabelecimentos educativos por município, zonas e nível de ensino.	GEP - Ministério da Educação, Censo Escolar 2003/04, 2004/05, 2005/06, 2006/07, 2007/08 (provisória).
	Capacidade dos estabelecimentos educativos por município, zonas e nível de ensino.	
	Estado de funcionamento e conservação dos estabelecimentos por município, zonas e nível de ensino.	
Características das salas de aula	Número de salas de aula por estabelecimento, município, zonas e níveis de ensino.	(provisória).
	Dimensão das salas de aula por estabelecimento.	
	Tipo de turma, ano de estudo e nível de ensino.	
Rácio alunos/turma	Capacidade das salas de aula por estabelecimento, município, zonas e níveis de ensino.	(provisória).
	Alunos por ano de estudo, nível de ensino e instituição.	
	Número total de turmas por ano de estudo, nível de ensino e instituição.	

Toda esta informação pode ajudar o processo de planeamento da educação se houver, por parte dos responsáveis educativos, orientações bem definidas em matéria de política educativa tais como as perspectivas para a evolução do sistema educativo a curto e médio prazo, particularmente no que se refere à organização futura da estrutura curricular, funcionamento do sistema, saídas para a vida activa e prosseguimento de estudos, tipologia dos futuros espaços escolares, variações nas taxas de cobertura e rendimento, cumprimento dos critérios de planeamento, taxa de ocupação, intervenções em curso e planificadas a curto e médio prazo, etc.

## 6.4 Análise de indicadores para o planeamento da educação

### 6.4.1 Importância dos indicadores

Desde os anos 50 que organizações internacionais como o Fundo Monetário Internacional, o Banco Mundial, a UNESCO e a OCDE, no âmbito das suas competências, têm vindo a apoiar o desenvolvimento de políticas educativas. Para estas organizações, a educação assume um papel fundamental no desenvolvimento das sociedades, dando à pessoa humana o papel central nesse processo, tendo por base a construção da própria pessoa, assente numa aprendizagem contínua ao longo de toda a vida. Mas, a realidade da educação é completamente diferente. É frequente ouvir os responsáveis dos países a afirmarem que educação não vai bem, precisa de ser reformada, etc.

É notória a crescente insatisfação da sociedade face aos actuais sistemas de educação, por os investimentos realizados na educação não estarem a produzir os resultados desejados, sobretudo quando analisamos os discursos que promovem a igualdade de oportunidades e a promoção social dos mais desfavorecidos. Nesta perspectiva, aumenta, assim, a discussão sobre a qualidade da educação e exige-se a divulgação dos dados e indicadores sobre o desempenho dos sistemas de educação.

Em linhas gerais, a finalidade dos indicadores de educação é dar a conhecer a situação e/ou desempenho dos sistemas de educação. Neste sentido, os indicadores são utilizados como sinais de identificação sobretudo quando se refere à avaliação, ao planeamento e à administração do ensino. Os indicadores podem permitir a identificação de factores que influenciam a qualidade da educação, alargando o leque de opções políticas dos decisores da educação. Têm, por isso, uma incontestável utilidade na gestão e acompanhamento das acções, permitindo verificar se os objectivos estão a ser alcançados conforme tinha sido previsto quando a acção foi concebida. Por outras palavras, os indicadores de educação têm grande utilidade na verificação da pertinência e da viabilidade de uma intervenção educativa e, por este motivo, são considerados como instrumentos de orientação política educativa nos países industrializados.

Tendo em conta a complexidade dos vários sistemas educativos, a informação fornecida pelos indicadores será sempre uma informação limitada. Daí a necessidade dos indicadores terem de satisfazer uma série de características e princípios sobretudo de natureza técnica, que permitam traduzir convenientemente os objectivos e resultados de uma situação e/ou intervenção educativa.

### 6.4.2 Características e princípios de indicadores

Uma das etapas do processo de planeamento e gestão é o acompanhamento das acções a serem realizadas. Isto deve ser feito a partir de um sistema de informação de apoio à gestão, o qual deve incorporar um sistema de indicadores de acompanhamento. Um indicador é uma grandeza, definida em termos de quantidade, qualidade, grupo-alvo, tempo e localização, que permite verificar os objectivos e os resultados de uma intervenção.

Para terem interesse operativo como instrumentos de planeamento e gestão, os indicadores devem preencher um conjunto de características e princípios. Segundo o Programa SISED/UNESCO (2001), um bom indicador deve apresentar as seguintes qualidades ou características:

- simplicidade de cálculo;
- pertinência em relação aos objectivos pretendidos;
- fiabilidade;
- precisão;
- comparabilidade no tempo e espaço;
- capacidade de sintetizar um máximo de informações sem ocultar os aspectos importantes;
- carácter sistemático e estruturado (de modo a que o conjunto dos indicadores permita uma análise global do sistema).

### 6.4.3 Principais indicadores para o planeamento da educação

Geralmente, os indicadores da educação mais utilizados podem ser classificados em quatro grandes categorias:

- Indicadores de acesso – medem a percentagem de crianças de uma determinada idade escolar em condições de aceder a um determinado nível ou ciclo educativo. São exemplos as taxas de admissão (líquida e bruta) e a taxa de transição.
- Indicadores de participação (ou cobertura) – medem o grau de escolarização de um determinado nível educativo. São exemplos são as taxas de escolarização (líquida e bruta).
- Indicadores de eficácia – medem o fluxo de alunos no sistema escolar (de um ano de estudo a outro, de um ciclo a outro). São exemplos as taxas de promoção (sucesso escolar), repetência e abandono. Por outro lado, outros indicadores tais como a taxa de passagem no exame final, taxa de sobrevivência e duração média de estudo por diplomado são utilizados para medir o rendimento interno ou a eficácia interna do sistema educativo.
- Indicadores financeiros – medem a importância do esforço financeiro feito com a educação. São exemplos o custo por aluno por nível de ensino e a percentagem da despesa pública em educação em relação ao PNB por habitante (ou PIB por habitante).

Estes indicadores educativos são utilizados como instrumentos técnicos de pilotagem das políticas educativas na medida em que permitem medir as características do sistema educativo, estabelecer o diagnóstico da situação actual e as tendências futuras, formular políticas educativas com objectivos quantitativos precisos e medir a diferença em relação aos objectivos fixados.

Não obstante a importância da totalidade destes indicadores para o processo educativo como já foi mencionado anteriormente, apenas serão abordados os indicadores de acesso e

participação por terem implicações directas com o processo de planeamento de equipamentos educativos. Por exemplo, no caso de um determinado equipamento educativo, a população a servir é a população dos vários escalões etários que o utilizam multiplicada pela taxa de escolarização no escalão etário.

A taxa de escolarização é muito utilizada no sector da educação e, particularmente, no processo de planeamento da educação. Dada à sua importância, é também utilizada juntamente com a taxa de analfabetismo para avaliar a dimensão da educação no cálculo do Índice de Desenvolvimento Humano.

A taxa de escolarização pode ser calculada segundo a importância de determinadas variáveis sócio demográficas designadamente sexo, idade, âmbito geográfico e temporal, etc., distinguindo-se:

- Taxa de escolarização líquida - permite medir o grau de eficiência do sistema, uma vez que relaciona os alunos que frequentam um determinado nível de ensino (ou ciclo de estudos) nas idades próprias à sua frequência.
- Taxa de escolarização bruta – permite obter informação, quer sobre a participação dos indivíduos no sistema educativo, quer sobre o efeito de retenção no ciclo de estudos, por ter em conta os alunos que o frequentam independentemente da idade. Esta taxa pode assumir valores superiores a 100%, já que o total de matrículas num dado nível de ensino pode ser superior à população com idade teoricamente adequada a este nível de ensino.

Pode-se ainda determinar a taxa de escolarização por idade específica. Esta taxa permite expressar a percentagem de alunos matriculados de uma dada idade na população dessa mesma idade.

A definição, o método de cálculo, o nível de desagregação, a fonte e a periodicidade dos indicadores de acesso e participação a incluir no SIPE estão a seguir indicados nas Tabelas 6.5, 6.6, 6.7 e 6.8.

Tabela 6.5 – Taxa admissão líquida (TAL)

Definição:	Método de cálculo:
Expressa a percentagem de pessoas matriculadas no primeiro ano de ensino pela primeira vez, na idade teoricamente adequada para o ensino, em relação à população nessa idade teoricamente adequada ao mesmo nível.	$TAL_{ki} = \frac{M_{ki}}{P_{ki}} \times 100$ , onde: $M_{ki}$ = matrículas no primeiro ano de ensino (pela primeira vez) no nível de ensino $k$ pertencente à idade $i$ teoricamente adequada a esse nível. $P_{ki}$ = população na idade $i$ teoricamente adequada ao nível de ensino $k$ .
Nível de agregação:	Fonte e periodicidade:
<p>➤ <b>Âmbito geográfico:</b> nacional, município, zona e lugar.</p> <p>➤ <b>Nível de ensino:</b> básico.</p> <p>➤ <b>Idade apropriada/oficial:</b> 6 anos.</p>	<p>➤ <b>Fonte:</b> GEP do Ministério da Educação (Censo Escolar) e INE (Censo demográfico).</p> <p>➤ <b>Periodicidade:</b> anual.</p>

Tabela 6.6 – Taxa de admissão bruta (TAB)

Definição:	Método de cálculo:
Expressa a percentagem de pessoas matriculadas no primeiro ano de ensino pela primeira vez, em relação à população na idade teoricamente adequada ao mesmo nível.	$TAB_{ki} = \frac{M_k}{P_{ki}} \times 100$ , onde: $M_k$ = matrículas (totais) no primeiro ano de ensino (pela primeira vez) no nível de ensino $k$ . $P_{ki}$ = população na idade $i$ teoricamente adequada ao nível de ensino $k$ .
Nível de agregação:	Fonte e periodicidade:
<p>➤ <b>Âmbito geográfico:</b> nacional, município, zona e lugar.</p> <p>➤ <b>Nível de ensino:</b> básico.</p> <p>➤ <b>Idade apropriada/oficial:</b> 6 anos.</p>	<p>➤ <b>Fonte:</b> GEP do Ministério da Educação (Censo Escolar) e INE (Censo demográfico).</p> <p>➤ <b>Periodicidade:</b> anual.</p>

Tabela 6.7 – Taxa de escolarização líquida (TEL)

Definição:	Método de cálculo:
Expressa a percentagem de pessoas matriculadas em determinado nível de ensino na idade ou faixa etária teoricamente adequada a esse nível em relação à população na faixa teoricamente adequada ao mesmo nível.	$TEL_{ki} = \frac{M_{ki}}{P_{ki}} \times 100$ , onde: $M_{ki}$ = matrículas no nível de ensino $k$ pertencente à faixa etária $i$ teoricamente adequada a esse nível. $P_{ki}$ = população na faixa etária $i$ teoricamente adequada ao nível de ensino $k$ .
Nível de agregação:	Fonte e periodicidade:
<p>➤ <b>Âmbito geográfico:</b> nacional, município, zona e lugar.</p> <p>➤ <b>Nível de ensino:</b> básico e secundário.</p> <p>➤ <b>Idade apropriada/oficial:</b> 6-11 e 12-17 anos.</p>	<p>➤ <b>Fonte:</b> GEP do Ministério da Educação (Censo Escolar) e INE (Censo demográfico).</p> <p>➤ <b>Periodicidade:</b> anual.</p>

Tabela 6.8 – Taxa de escolarização bruta (TEB)

Definição:	Método de cálculo:
Expressa a percentagem de pessoas matriculadas em determinado nível de ensino em relação à população na faixa teoricamente adequada para frequentar o mesmo nível.	$TEB_{ki} = \frac{M_k}{P_{ki}} \times 100$ , onde: $M_k$ = matrículas totais no nível de ensino $k$ . $P_{ki}$ = população na faixa etária $i$ teoricamente adequada ao nível de ensino $k$ .
Nível de agregação:	Fonte e periodicidade:
<p>➤ <b>Âmbito geográfico:</b> nacional, município, zona e lugar.</p> <p>➤ <b>Nível de ensino:</b> básico e secundário.</p> <p>➤ <b>Idade apropriada/oficial:</b> 6-11 e 12-17 anos.</p>	<p>➤ <b>Fonte:</b> GEP do Ministério da Educação (Censo Escolar) e INE (Censo demográfico).</p> <p>➤ <b>Periodicidade:</b> anual.</p>

## 6.5 Indicadores obtidos com o SIPE

A construção de indicadores através do SIPE foi efectuada em várias etapas. Na primeira etapa, os dados, fornecidos pelo GEP do Ministério da Educação e pelo INE, foram introduzidos numa tabela no programa Microsoft Excel, conforme mostra a Figura 6.3.

A1	CODZON								
A	B	C	D	E	F	G	H	I	
1	CODZON	NOMZON	NOMESC9798	AL_200506	AL_200607	AL_200708	P_200708	SA_200708	P_6112007
2	13201	Alto Mira	Cha Dragoeiro/Dominguihas	98	98	93	6	4	97
3	13204	Jorge Luis	Beatriz	74	64	56	4	3	68
4	13205	Martiene	Ramos e Platan	77	68	58	3	2	65
5	13110	Lombo de Figueira	Lombo Figueira	143	110	99	6	4	114
6	13106	Lagoa II		0	0	0	0	0	0
7	13113	Morro Vento		0	0	0	0	0	0
8	13108	Lajedo	Ana Anunciacao Jardim	108	100	100	6	4	107
9	13115	Joao Bento / Ribeira dos Bodes	Ribeira dos Bodes/A.Pinto	81	78	69	4	3	71
10	13103	Cha de Morte	Ex-C.(A.P)/I.P. Jardim	222	208	177	9	8	201
11	13111	Manuel Lopes	Manuel Lopes	6	6	4	1	1	5
12	13114	Pedra de Jorge	Sul-Pedra de Jorge	26	12	13	2	2	15
13	13112	Mato Estreito	Mato Estreito	9	7	0	0	1	3
14	13120	Tabuga		0	0	0	0	0	0
15	13203	Cha de Norte	Cha de Norte	44	47	45	3	2	47
16	13208	Ribeira da Cruz	RC/Marcelino Silva	54	46	49	3	2	54
17	13202	Cha de Branquinho	Cha de Branquinho	10	11	8	1	1	9
18	13109	Lombo das Lancas	Lombo das Lancas	7	7	6	1	2	7
19	13123	Casa do Meio	Sao Francisco Assis	26	21	28	2	1	33
20	13121	Tarrafal de M. Trigo	Tar. Monte Trigo/Covao	132	120	104	7	5	109
21	13101	Agua dos Velhos		0	0	0	0	0	0
22	13117	Ribeira Torta		0	0	0	0	0	0
23	13118	Ribeirao Fundo		0	0	0	0	0	0
24	13116	Ribeira Fria	Ribeira Fria	38	31	28	2	2	32
25	13207	Norte	Chao Manuel./E.M./C.F	123	121	114	8	5	123
26	13206	Monte Trigo	Monte Trigo	31	35	35	2	2	39
27	13104	Cirio		0	0	0	0	0	0
28	13105	Curral das Vacas	Antonio Lima Santos	112	105	101	6	3	111
29	13122	Vila do Porto Novo (US)	Vila/Vila Alto Peixeinho	1544	1512	1470	59	41	1567
30	13102	Catano	Alberto Morais	59	62	56	4	2	63
31	13107	Lagoa	Cha Queimado	115	95	85	5	3	87

**Figura 6.3 – Dados introduzidos no Excel**

As variáveis visíveis na Figura 6.3 (entre as muitas introduzidas no sistema) são as seguintes:

<u>Variáveis</u>	<u>Designação das variáveis</u>
CODZON:	Código da Zona
NOMZOM:	Nome da Zona
NOMESC9798:	Nome da escola em 2007/2008
AL_200506:	Alunos existentes em 2005/2006
AL_2006_07:	Alunos existentes em 2006/2007
AL_2007/08:	Alunos existentes em 2007/2008
P_200708:	Professores existentes em 2007/2008
SA_200708:	Número de salas existentes em 2007/08
P_6112007:	População dos 6 a 11 anos de 2007

A segunda etapa consistiu na determinação dos indicadores da educação a partir dos dados já existentes. Este processo foi também efectuado no Microsoft Excel tendo sido calculados os indicadores nomeadamente a taxa de escolarização bruta em 2007/08 (TEB200708), os rácios alunos por professor em 2007/08 (A\_P\_200708) e alunos por sala em 2007/08 (A\_S200708). Outros indicadores da educação não referidos anteriormente foram calculados tais como a capacidade das salas em 2007/08 (C\_200708), a taxa de ocupação em 2007/08 (T\_O\_0708) e a taxa de crescimento médio anual de alunos entre 2005/06 e 2007/08 (TCMA0507). A Figura 6.4 apresenta os resultados obtidos.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
	CODZON	NOMZON	NOMESC9798	AL_200506	AL_200607	AL_200708	P_200708	SA_200708	P_6112007	TEB200708	A_P_200708	A_S200708	C_200708	T_O_0708	TCMA0507
2	13201	Alto Mira	Cha Dragoeiro/Dominguihas	98	98	93	6	4	97	95,9	15,5	23,3	224	41,5	-0,03
3	13204	Jorge Luis	Beatriz	74	64	56	4	3	68	82,4	14	18,7	168	33,3	-0,13
4	13205	Martiene	Ramos e Platan	77	68	58	3	2	65	89,2	19,3	29	112	51,8	-0,13
5	13110	Lombo de Figueira	Lombo Figueira	143	110	99	6	4	114	86,8	16,5	24,8	224	44,2	-0,17
6	13106	Lagoa II		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	13113	Morro Vento		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	13108	Lajedo	Ana Anunciacao Jardim	108	100	100	6	4	107	93,5	16,7	25	224	44,6	-0,04
9	13115	Joao Bento / Ribeira dos Bodi	Ribeira dos Bodes/A.Pinto	81	78	69	4	3	71	97,2	17,3	23	168	41,1	-0,08
10	13103	Cha de Morte	Ex-C.(A.P)/I.P. Jardim	222	208	177	9	8	201	88,1	19,7	22,1	448	39,5	-0,11
11	13111	Manuel Lopes	Manuel Lopes	6	6	4	1	1	5	80	4	4	56	7,1	-0,18
12	13114	Pedra de Jorge	Sul-Pedra de Jorge	26	12	13	2	2	15	86,7	6,5	6,5	112	11,6	-0,29
13	13112	Mato Estreito	Mato Estreito	9	7	0	0	1	3	0	0	0	56	0	-1
14	13120	Tabuga		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	13203	Cha de Norte	Cha de Norte	44	47	45	3	2	47	95,7	15	22,5	112	40,2	0,01
16	13208	Ribeira da Cruz	RC/Marcelino Silva	54	46	49	3	2	54	90,7	16,3	24,5	112	43,8	-0,05
17	13202	Cha de Branquinho	Cha de Branquinho	10	11	8	1	1	9	88,9	8	8	56	14,3	-0,11
18	13109	Lombo das Lancas	Lombo das Lancas	7	7	6	1	2	7	85,7	6	3	112	5,4	-0,07
19	13123	Casa do Meio	Sao Francisco Assis	26	21	28	2	1	33	84,8	14	28	56	50	0,04
20	13121	Tarrafal de M. Trigo	Tar. Monte Trigo/Covao	132	120	104	7	5	109	95,4	14,9	20,8	280	37,1	-0,11
21	13101	Agua dos Velhos		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	13117	Ribeira Torta		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	13118	Ribeirao Fundo		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	13116	Ribeira Fria	Ribeira Fria	38	31	28	2	2	32	87,5	14	14	112	25	-0,14
25	13207	Norte	Chao Manuel/E.M./C.F	123	121	114	8	5	123	92,7	14,3	22,8	280	40,7	-0,04
26	13206	Monte Trigo	Monte Trigo	31	35	35	2	2	39	89,7	17,5	17,5	112	31,3	0,06
27	13104	Cirio		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	13105	Curral das Vacas	Antonio Lima Santos	112	105	101	6	3	111	91	16,8	33,7	168	60,1	-0,05
29	13122	Vila do Porto Novo (US)	Vila/Vila Alto Peixeinho	1544	1512	1470	59	41	1567	93,8	24,9	35,9	2296	64	-0,02
30	13102	Catano	Alberto Moraes	59	62	56	4	2	63	88,9	14	28	112	50	-0,03
31	13107	Lagoa	Cha Queimado	115	95	85	5	3	87	97,7	17	28,3	168	50,6	-0,14

Figura 6.4 – Cálculos dos indicadores da educação

Na terceira etapa desenvolveram-se os procedimentos que permitem trabalhar com a tabela do Microsoft Excel no programa ArcGIS. Antes da aplicação dos procedimentos, a formatação da tabela do Excel foi objecto de verificação (entre outros aspectos, se a formatação da primeira linha do ficheiro está correcta uma vez que será usado para os nomes de campos no ArcGIS). Após a verificação, a tabela do Microsoft Excel foi adicionada para o ArcMap/ArcGIS.

A Figura 6.5 mostra o essencial dos procedimentos para adicionar a tabela de indicadores do Microsoft Excel para o ArcGIS.

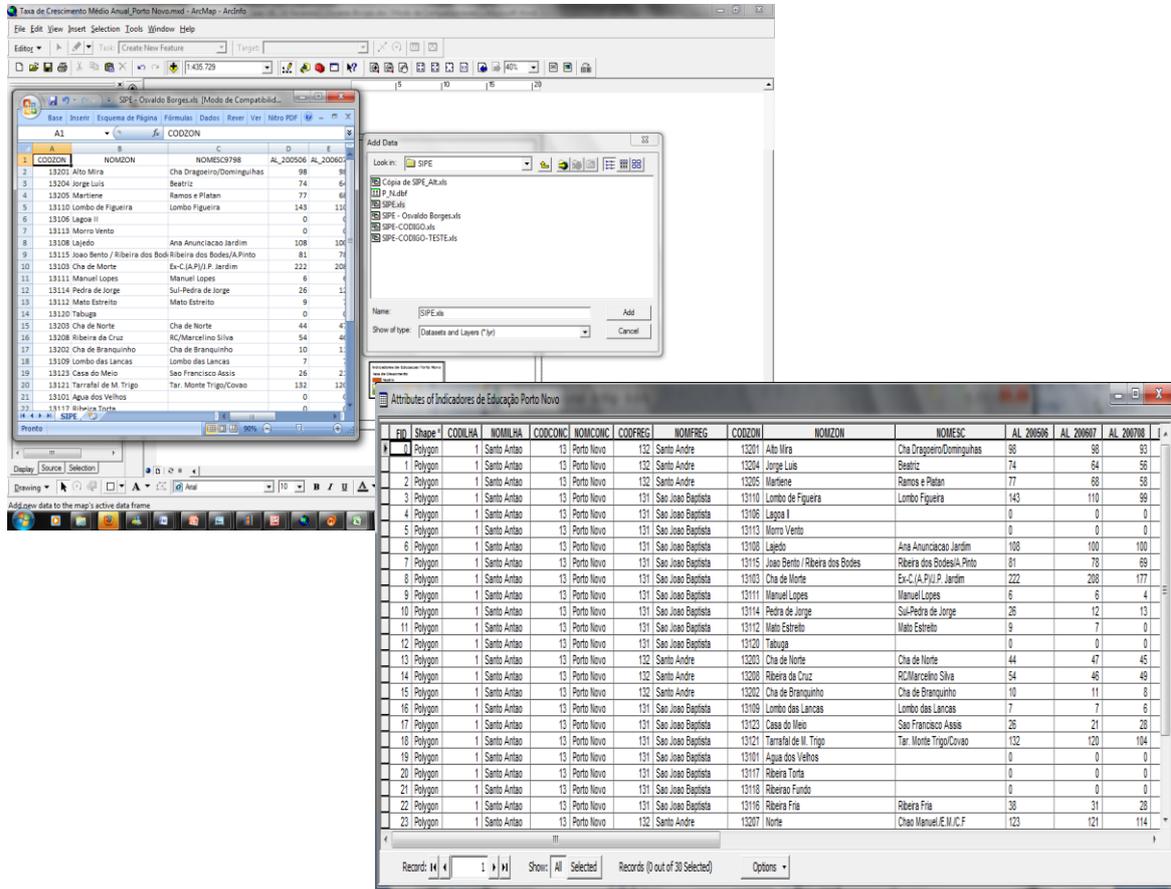
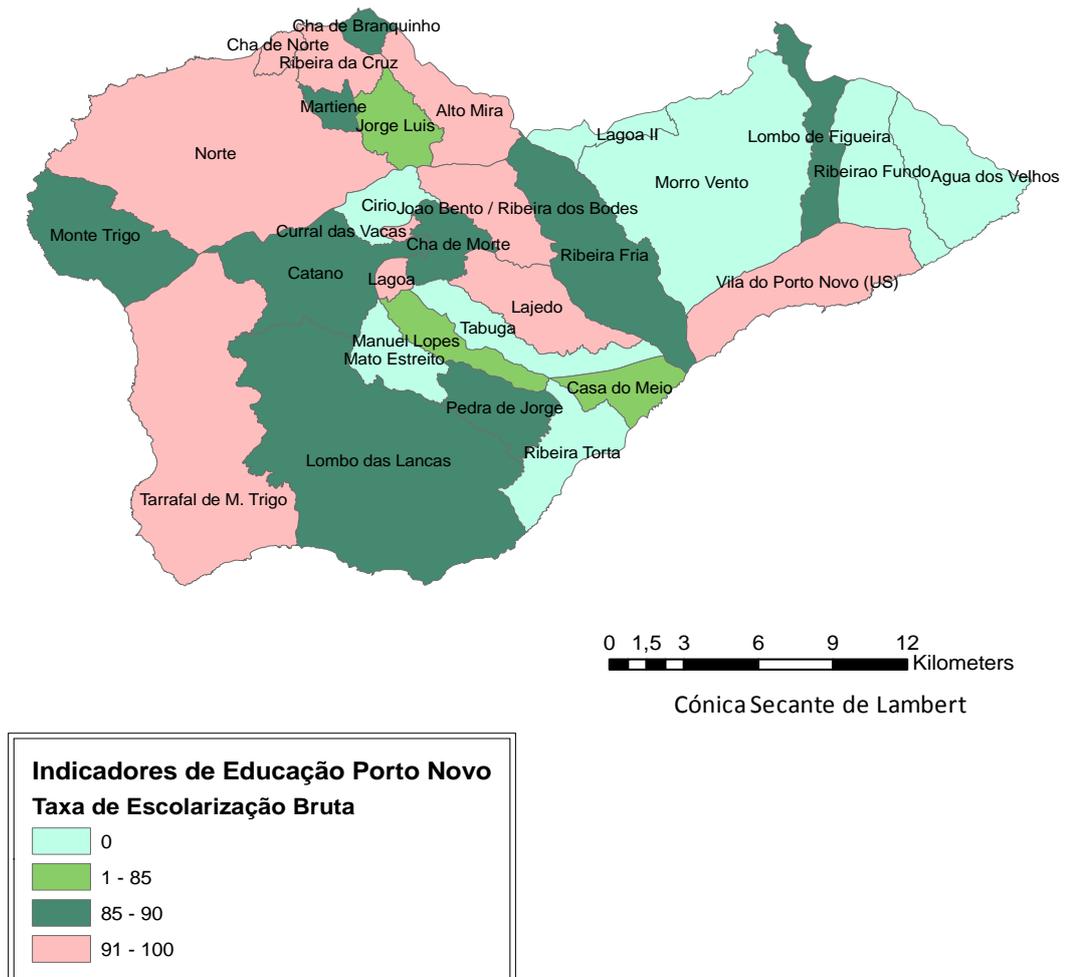


Figura 6.5 – Utilização da tabela do Microsoft Excel no ArcMap

O procedimento efectuado na terceira etapa permitiu obter uma base georreferenciada no ArcGIS contendo dados e indicadores da educação sobre o município do Porto Novo na ilha de Santo Antão.

A quarta (e última) etapa destina-se à apresentação dos indicadores obtidos no SIPE através da representação espacial. Neste sentido, foram produzidos vários mapas temáticos sobre os indicadores da educação distribuídos segundo as zonas do município do Porto Novo.

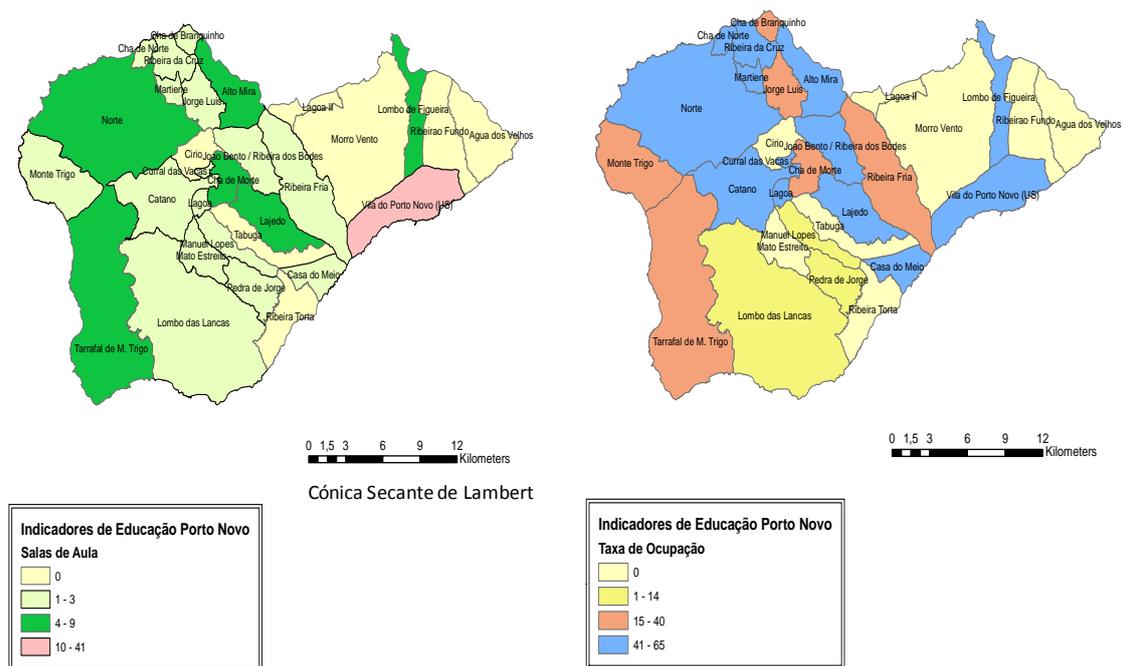
Para a análise de indicadores de participação ou cobertura do sistema educativo no município do Porto Novo foi construído o mapa relativo à taxa de escolarização bruta, apresentado na Figura 6.6.



**Figura 6.6 – Mapa da taxa de escolarização bruta no Porto Novo**

De acordo com a Figura 6.6, a melhor cobertura do sistema educativo no município do Porto Novo em 2007/08 está localizada nas zonas situadas na parte Sul e Oeste do município, e também na Vila do Porto Novo situada na parte Este. As zonas da parte Nordeste do município são muito montanhosas e não têm praticamente cobertura do sistema.

Com intuito de analisar a distribuição das salas, foram produzidos dois mapas temáticos relativos ao número de salas e à taxa de ocupação das mesmas no município do Porto Novo em 2007/08, indicados na Figura 6.7. Através destes mapas, verificou-se que a Vila do Porto Novo é a zona com o maior número de salas de aula em 2007/08, estando com uma taxa de ocupação a variar entre os 41 e os 65%.



**Figura 6.7 – Mapa do número de salas (esquerda) e da taxa de ocupação (direita) no Porto Novo em 2007/08**

Através do mapa referente ao rácio alunos por professor apresentado na Figura 6.8, observa-se que os rácios mais elevados estão situados nas zonas de Vila do Porto Novo, Martiene e Chã do Norte, com valores compreendidos entre 20 e 25 alunos por professor, e os mais baixos (rácios inferiores a 11 alunos por professor) estão localizados na parte Sul do município (zonas de Lombo das Lanças e de Pedra Jorge) e em Chã de Branquinho na parte Norte do município.

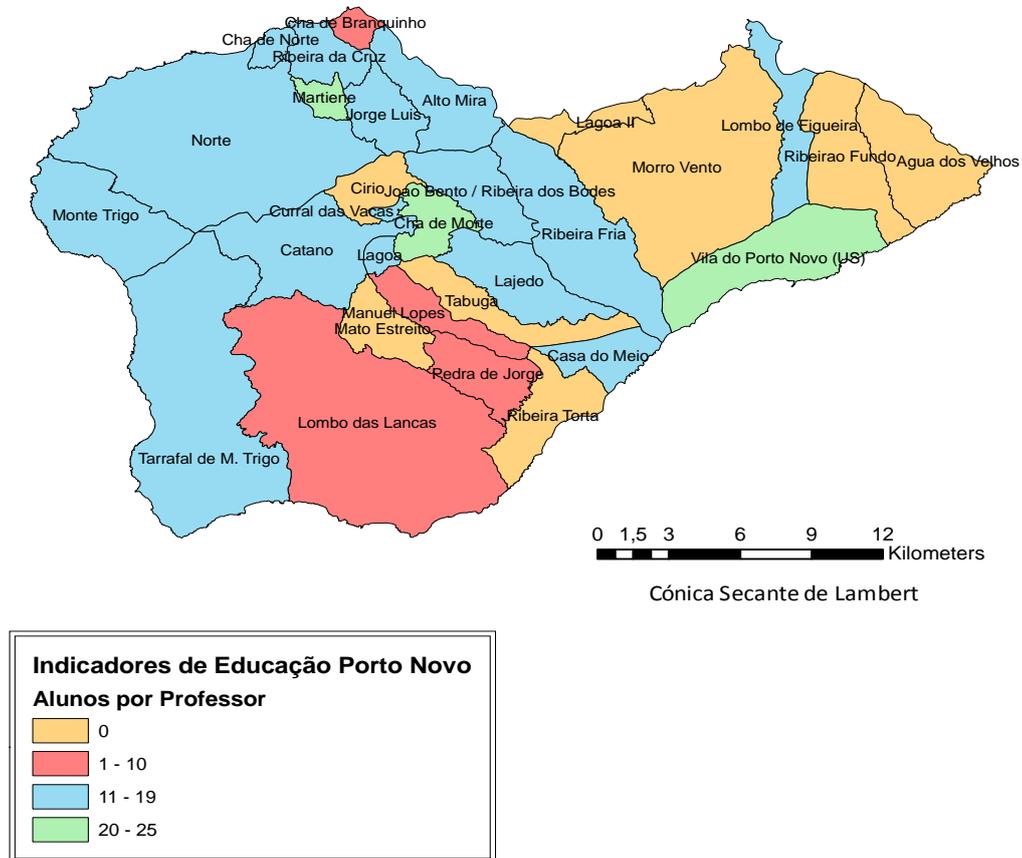


Figura 6.8 – Mapa do rácio alunos por professor no Porto Novo em 2007/08

## 6.6 Considerações finais

A utilização dos modelos de optimização constitui nos dias de hoje um instrumento de grande utilidade para a resolução dos problemas de localização de equipamentos. Se a estes modelos forem associadas as múltiplas potencialidades dos SIGs, seguramente que grandes vantagens poderão ser obtidas na análise dos problemas de planeamento de equipamentos colectivos, particularmente, de equipamentos educativos.

Os SIGs têm sido muito pouco utilizados nos trabalhos de planeamento da educação em Cabo Verde. No entanto, em muitos países são frequentemente utilizados para identificar

as melhores localizações para diferentes tipos de equipamentos colectivos mormente escolas, centros de saúde, etc. O sector da educação em Cabo Verde precisa urgentemente de introduzir estas ferramentas no planeamento de equipamentos educativos. Neste sentido, a utilização dos SIGs e dos modelos de optimização em Cabo Verde terá de passar por uma aposta séria na formação e na criação de condições (materiais, etc.). Esta asserção é também extensiva a outros sectores públicos cabo-verdianos nomeadamente o sector da saúde, em que ultimamente a construção dos centros de saúde tem proliferado em todos os cantos do país.

A integração dos SIGs no processo de planeamento da educação constitui uma necessidade premente. Esta integração passará pela criação de um Sistema de Informação para o Planeamento (SIPE). O seu desenvolvimento e montagem não trará problemas substanciais, porque serão aproveitados *softwares* disponíveis no mercado. Em termos de organizacional institucional, o SIPE deverá ser localizado no Gabinete de Estudos e Planeamento do Ministério da Educação e contar com a colaboração de várias instituições, mormente do Instituto Nacional de Estatística.

O SIPE poderá funcionar normalmente em Cabo Verde se a sua estrutura conceptual for respeitada. As vantagens da implementação do SIPE são enormes para o processo de planeamento da educação e, particularmente, para apoiar o processo de tomada de decisão sobre a localização dos equipamentos educativos.

## Capítulo VII - Conclusão

---

Este capítulo reúne as principais ilações desta tese, resultantes dos estudos apresentados nos vários capítulos deste trabalho. Estão ainda incluídos neste capítulo as contribuições que esta tese poderá trazer para o planeamento educativo em Cabo Verde, as áreas para o desenvolvimento de futuras investigações, bem como, sugestões e recomendações decorrentes do trabalho realizado.

## 7.1 Apreciação conclusiva

Esta tese analisa a problemática do planeamento de equipamentos educativos em Cabo Verde. Um dos objectivos é o desenvolvimento de modelos de planeamento e de gestão de redes de equipamentos educativos mais realistas e operacionais para o sistema educativo cabo-verdiano, utilizando os SIGs. Neste sentido, foram elaborados vários estudos, todos intrinsecamente interligados e orientados por um conjunto de metodologias, para a viabilização e concretização da localização de equipamentos educativos; pretende-se, pois, que sejam proficientes para subsidiar o processo de tomada de decisão sobre o planeamento de equipamentos educativos em Cabo Verde. Da análise dos vários capítulos desta tese, emergem diversos aspectos pertinentes e concludentes que merecem ser destacados.

Em primeiro lugar, trata-se de um tema que exhibe grande actualidade. A problemática do planeamento e gestão de redes de equipamentos educativos e, em geral, de todos os principais equipamentos colectivos, tem sido objecto de um importante esforço de investigação em muitos países. Cabo Verde já deu os primeiros passos nesta matéria com a realização, entre 1994 e 1996, de um estudo sobre os “Critérios comuns para o planeamento de equipamentos colectivos em Cabo Verde”, abarcando os equipamentos sociais das áreas do ensino, saúde, cultura, desporto, segurança social, segurança pública e protecção civil.

Em segundo lugar, refira-se à localização adequada dos equipamentos educativos e a atribuição dos alunos aos equipamentos como problemas importantes enfrentados pelo sector público da educação. Estes problemas só podem ser resolvidos convenientemente com a utilização de procedimentos adequados de planeamento de equipamentos educativos. Contudo, a Carta Escolar tem constituído o principal instrumento de planeamento da educação em Cabo Verde. Este instrumento não inclui a utilização de modelos de optimização, cujo propósito é o de apoiar o processo de tomada de decisão sobre a localização adequada, sobre a capacidade dos equipamentos educativos e sobre a atribuição dos alunos aos equipamentos.

Em terceiro lugar, a literatura que trata os problemas de localização é extremamente vasta. Não obstante, haverá necessidade de definir correctamente o referencial teórico que deverá sustentar a análise e a posterior execução dos procedimentos mais adequados. Actualmente, as preocupações relacionadas com a qualidade dos serviços oferecidos e a minimização dos custos necessários para garantir o bom funcionamento dos equipamentos têm determinado uma outra dimensão para os problemas de localização.

Em quarto lugar, foi exemplificado a forma como é possível utilizar modelos de planeamento de equipamentos educativos para apoiar em concreto o processo de decisão relativos aos equipamentos educativos em Cabo Verde, considerando como objectivos a maximização a acessibilidade e a minimização do investimento. Os resultados obtidos para o equipamento do ensino básico no Município de Santa Cruz e para o equipamento do ensino secundário na ilha de Santiago dão claras indicações que o recurso aos referidos modelos será de grande utilidade na prática.

Em quinto lugar, a integração dos SIGs no planeamento da educação (através do desenvolvimento do Sistema de Informação para o Planeamento da Educação) permite a disponibilização de vários recursos e ferramentas úteis ao processo de planeamento de equipamentos educativos, o que demonstra que trás muitos benefícios para o planeamento educativo em Cabo Verde.

Por fim, a problemática da localização adequada dos equipamentos educativos, utilizando os modelos de optimização e os SIGs, não é ainda uma realidade em Cabo Verde. No entanto, alguns dos estudos constantes desta tese demonstram a importância da utilização dos modelos de optimização e das tecnologias dos SIGs, apresentando resultados sobre a localização dos equipamentos educativos tanto no ensino básico como no ensino secundário que podem ser aplicados à realidade cabo-verdiana.

## 7.2 As contribuições da tese

Como referido anteriormente, não foram encontradas em Cabo Verde referências de estudos sobre o planeamento de equipamentos educativos ou trabalhos que utilizem modelos de optimização e tecnologias dos SIGs na localização de escolas. Neste contexto, considera-se que esta tese trouxe as seguintes contribuições:

- Ter apresentado um trabalho científico que integra vários estudos inéditos aplicados à realidade cabo-verdiana e, particularmente, sobre o planeamento de redes de equipamentos educativos.
- Ter estudado a realidade cabo-verdiana, evidenciando a necessidade de uma maior atenção às questões de localização de equipamentos colectivos e, particularmente, os equipamentos educativos, de forma a poder satisfazer as necessidades básicas das populações e, ao mesmo tempo, racionalizar os recursos disponíveis.
- Ter definido modelos de planeamento de equipamentos educativos que podem ser aplicados à realidade cabo-verdiana, no sentido de responder a diversos problemas específicos de Cabo Verde. Os modelos são de fácil utilização e proporcionaram boas soluções nas aplicações efectuadas em um tempo de processamento reduzido.
- Ter elaborado um Sistema de Informação para o Planeamento da Educação (SIPE) que permite, com uma certa periodicidade, avaliar a configuração da rede educativa em Cabo Verde e apresentar propostas de melhoria da rede com base nos modelos de localização e nas tecnologias dos SIGs.
- Poder mostrar aos agentes educativos e, principalmente, aos técnicos ligados ao Gabinete de Estudos de Planeamento e da Direcção de Património e Equipamentos Educativos do Ministério da Educação a utilidade e aplicabilidade dos métodos de localização e das tecnologias dos SIGs no planeamento da educação.

### 7.3 Áreas de futuras investigações

Tratando-se de um trabalho de investigação científica, que foca o problema de localização de equipamentos educativos em Cabo Verde, constitui-se naturalmente como um processo aberto e contínuo. Nesta perspectiva, ao longo do seu desenvolvimento, surgiram várias preocupações e questões que podem corporizar áreas para o desenvolvimento de futuros trabalhos e investigações, a saber:

- Estudos sobre o planeamento de escolas básicas para os outros municípios de Cabo Verde, utilizando a mesma metodologia utilizada no estudo “Planeamento de escolas básicas no município de Santa Cruz”, ou uma outra metodologia e, analisando comparativamente os resultados obtidos e esforço computacional.
- Estudos sobre o planeamento de escolas secundárias para as outras ilhas de Cabo Verde, utilizando a mesma metodologia utilizada no estudo “Planeamento de escolas secundárias na ilha de Santiago”, ou uma outra metodologia e, analisando comparativamente os resultados obtidos e esforço computacional.
- Plano para evolução a longo prazo da rede de equipamentos educativos para cenários de alargamento da escolaridade obrigatória de 6 para 10 anos e de 6 para 12 escolas, impondo ajustes quanto à minimização de investimento em construções escolares.
- Estudos para dimensionar e localizar as unidades educativas de educação pré-escolar, respeitando a legislação vigente em Cabo Verde sobre a educação pré-escolar.
- Modelos para o planeamento de equipamentos educativos tendo em conta as preferências expressas pelos utentes, tanto para o sector público como para o privado nos ensinos básico e secundário.

- Sistema para a gestão anual de colocação de alunos e professores, tendo em conta as preferências de colocação indicadas por uns e outros e a capacidade dos equipamentos.
- Desenvolvimento de mecanismos institucionais que permitam pôr em prática as metodologias e os procedimentos técnicos relativos ao planeamento e à gestão de redes de equipamentos educativos em Cabo Verde.

## 7.4 Sugestões e recomendações

Na dinâmica que caracteriza qualquer processo, que se quer aberto e contínuo, esta fase conclusiva, forçosamente prospectiva, leva-nos a apresentar as seguintes sugestões e recomendações:

- Formação e capacitação dos profissionais cabo-verdianos envolvidos em trabalhos de planeamento de equipamentos educativos em modelos de localização e nas tecnologias dos SIGs.
- Produção de projecções demográficas até ao nível das zonas e também por idades simples por parte do INE.
- Actualização dos mapas e cartas digitais.
- Necessidade de um amplo e sério debate sobre a actual metodologia de elaboração do planeamento educativo, particularmente, no que concerne à localização dos equipamentos educativos.
- Promoção de estudos relativos à avaliação da capacidade e da localização dos equipamentos educativos em Cabo Verde, utilizando modelos de localização e tecnologias dos SIGs;

- Utilização de um Sistema de Informação para o Planeamento da Educação nos serviços centrais ligados ao planeamento do Ministério da Educação de Cabo Verde.
- Implementação de centros de investigação científica a nível das universidades cabo-verdianas com linhas de investigação na área do planeamento de infra-estruturas, e em particular de equipamentos colectivos, em parceria com instituições e laboratórios estrangeiros de renome internacional.
- Subsidição de estudos científicos nas áreas de planeamento de equipamentos colectivos e sua divulgação em revistas internacionais.

## Referências Bibliográficas

---

- Almeida, L.M.W. (1999). Desenvolvimento de uma Metodologia para Análise Locacional de Sistemas Educacionais Usando Modelos de Interação Espacial e Indicadores de Acessibilidade, Tese de Doutorado, Universidade de Santa Catarina, Brasil.
- Antunes, A. (1994). De la Planification Optimale de l'Équipement Scolaire, Tese de Doutorado, Universidade Católica de Lovaina, Bélgica.
- Antunes, A. (2001). Lições de Planeamento de Equipamentos Colectivos, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal.
- Antunes, A. e Peeters, D. (2000). "A dynamic optimization model for school network planning", *Socio-Economic Planning Sciences*, Vol. 34, 101-120.
- Antunes, A. e Peeters, D. (2001). "On solving complex multi-period location models using simulated annealing", *European Journal of Operational Research*, Vol. 130, 190-201.
- Antunes, A., Gomes, C. e Ribeiro, A. (2004). "An accessibility-maximization approach to public facility planning under distance-sensitive demand", *Studies in Regional and Urban Planning*, Vol. 10, 109-117.
- Aronoff, S. (1989). *Geographic Information Systems: A Management Perspective*, WDL Publications, Ottawa, Canadá.
- Balinski, M.L. (1965). "Integer programming: Methods, uses and computation", *Management Science*, Vol. 12, 253-313.
- Ballou, R.H. (1999). *Business Logistics Management*, Prentice-Hall Brasil, Rio de Janeiro, Brasil.
- Barcelos, F.B. (2002). Avaliação da Localização de Escolas com Modelo Capacitado e Não Capacitado e Uso de uma Ferramenta GIS: Estudo de Caso da Cidade de Vitória/ES. Dissertação de Mestrado, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Brasil.

- BM (2004). Diagnóstico da Pobreza, Banco Mundial (em colaboração com o Instituto Nacional de Estatística e o Ministério das Finanças e Planeamento de Cabo Verde), Praia, Cabo Verde.
- Brandeau, M.L. e Chiu, S.S. (1989). “An overview of representative problems in location research”, *Management Science*, Vol. 35, 645-74.
- Bull, G. (1994). “Ecosystem modelling with GIS”. *Environmental Management*, Vol. 18, 345-349.
- Burrough, P.A. (1986). *Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment*, Clarendon Press, Oxford, Reino Unido.
- Câmara, G., Casanova, M.A., Hemerly, A., Medeiros, C.M.B. e Magalhães, G. (1997). *Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica*, SAGRES Editora, Curitiba, Brasil.
- Canel, C., Khumawala, B.M., Law, J. e Loh, A. (2001). “An algorithm for the capacitated, multi-commodity multi-period facility location problem”, *Computers & Operations Research*, Vol. 28, 411-427.
- Carvalho, A. (1998). *Ensino Básico - Caderno 2 do Instituto Pedagógico*, Praia, Cabo Verde.
- Caserta, M. e Rico, Q. (2009). “A cross entropy-based metaheuristic algorithm for large-scale capacitated facility location problems”, *Journal of the Operational Research Society*, Vol. 60, 1439-1448.
- Chepuri, K. e Homem-de-Mello, T. (2005). “Solving the vehicle routing problem with stochastic demands using the cross-entropy method”, *Annals of Operations Research*, Vol. 134, 153-181.
- Church, R.L. e Murray, A.T. (2008). *Business Site Selection, Location Analysis and GIS*, Wiley, Nova Iorque, EUA.

- Clarke, K.C. (2001). *Getting Started with Geographic Information System*, Prentice Hall, Upper Saddle River, EUA.
- Cooper, L. (1963). "Location-allocation problems", *Operations Research*, Vol. 11, 331-343.
- Correa, E.S. (2000). *Algoritmos Genéticos e Busca Tabu Aplicados ao Problema das P-Medianas*, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Brasil.
- Current, J., Daskin, M.S. e Schilling, D. (2002). "Discrete network location models". In Drezner, Z. e Hamacher, H. (Eds.), *Facility Location: Applications and Theory*, Springer-Verlag, Berlin, Alemanha, 81-118.
- Dantzig, G.B. (1963). *Linear Programming and Extensions*, Princeton University Press, Princeton, EUA.
- Daskin, M.S. (1995). *Network and Discrete Location: Models, Algorithms, and Applications*", Wiley Interscience, Nova Iorque, EUA.
- Daskin, M.S., Hesse, S.M. e ReVelle, C.S. (1997). " $\alpha$ -reliable  $p$ -minimax regret: a new model for strategic facility location modeling", *Location Science*, Vol. 5, 227-246.
- De Boer, P.-T., Kroese D.P., Mannor, S. e Rubinstein, R.Y. (2005). "A Tutorial on the Cross-Entropy Method". "A Tutorial on the Cross-Entropy Method", *Annals of Operations Research*, Vol. 134, 19-67.
- DGP (2008). *Documento de Estratégia de Crescimento e Redução da Pobreza II*, Direcção Geral do Planeamento, Praia, Cabo Verde.
- DGRAGC (2007). *La Construcción Civil en Cabo Verde*, Dirección General de Relaciones con África del Gobierno de Canarias, Las Palmas de Gran Canaria, Espanha.

- Drezner, Z. (Ed.) (1995). Facility Location: A Survey of Applications and Methods, Springer-Verlag, Nova Iorque, EUA.
- Dueker K.J. (1979). “Land resources information systems: A review of fifteen year experience”, Geo-processing, Vol. 1, 105-128.
- Dutra, N.G.S. (1998). Planejando uma Rede Escolar Municipal para Reduzir Custos de Deslocamentos. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Brasil.
- Erlenkotter, D. e Manne, A.S. (1968). “Capacity expansion for Indias nitrogenous fertilizer industry”, Management Science, Vol. 14, 553-572.
- Ernst, D., Glavic, M., Stan, G.B., Mannor, S. e Wehenkel, L. (2007). “The cross-entropy method for power system combinatorial optimization problems”, Proceedings of IEEE Power Tech Conference 2007, Lausana, Suíça, 1290-1295.
- Ferland, J.A. e Guénette, G. (1990). “Decision support system for the school districting problem”, Operation Research, Vol. 38, 15-21.
- FICO (2008). Getting Started with Xpress, Release 7, Fair Isaac Corporation, Leamington Spa, Reino Unido.
- GEDSE (1997). Carta Escolar – Santiago e São Vicente, Gabinete de Estudos e Desenvolvimento do Sistema Educativo, Praia, Cabo Verde.
- GEP (2004). Indicadores da Educação – Ano Lectivo 2003/04, Gabinete de Estudos e Planeamento do Ministério da Educação, Praia, Cabo Verde.
- GEP (2005). Indicadores da Educação – Ano Lectivo 2004/05, Gabinete de Estudos e Planeamento do Ministério da Educação, Praia, Cabo Verde.
- GEP (2008). Principais Indicadores da Educação – Ano Lectivo 2007/08, Gabinete de Estudos e Planeamento do Ministério da Educação, Praia, Cabo Verde.

- Gilbert, J.K. e Boulter, C.J. (1998). “Aprendendo ciências através de modelos e modelagem”. In: Colinvaux, D. (Ed.), Modelos e Educação em Ciências, Ravel, Rio de Janeiro, Brasil.
- Goodchild, M.F. (1991). “Geographic information systems”, Journal of Retailing, Vol. 67, 3-15.
- Hakimi, S.L. (1964). “Optimum locations of switching center and the absolute centers and medians of graph”, Operations Research, Vol. 12, 450-459.
- Hakimi, S.L. (1965). “Optimum distribution of switching center in a communication network and some related graph theoretic problems”, Operations Research, Vol. 13, 462-475.
- Henig, M. e Gershak, Y. (1986). “Dynamic capacity planning of public schools in changing urban communities”, Socio-Economic Planning Sciences, Vol. 20, 319-324.
- Hodder, J.E. e Jucker, J.V. (1985). “International plant location under price and exchange rate uncertainty”, Engineering Costs and Production Economics, Vol. 9, 225-229.
- Holanda, D.C. (2006). Metodologia para Avaliação da Acessibilidade na Localização de Escolas Públicas do Ensino Fundamental. Estudo de Caso: Fortaleza. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Brasil.
- Hurter, J.R. e Martinich, J.S. (1989). Facility Location and the Theory of Production, Kluwer, Boston, EUA.
- INE (2002). Recenseamento Geral da População e Habitação de 2000, Instituto Nacional de Estatística, Praia, Cabo Verde.
- INE (2008). Questionário Unificado de Indicadores Básicos de Bem-Estar (QUIBB) de 2007, Instituto Nacional de Estatística, Praia, Cabo Verde.

- Jayaraman, V. (1998). "Transportation, facility location and inventory issues in distribution network design", *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 18, 471-494.
- Karmarkar, N. (1984). "A new polynomial time algorithm for linear programming", *Combinatorica*, Vol. 4, 373-395.
- Kennedy, J. e Eberhart, R. (1995). "Particle swarm optimization", *Proceedings of IEEE International Conference on Neural Networks 1995, Perth, Austrália*, Vol. IV, 1942-1948.
- Kilkenny, M. e Thisse, J.F. (1999). "The Economics of location: A selective survey", *Computers & Operations Research*, Vol. 26, 1369-1394.
- Kuehn, A.A. e Hamburger, M.J. (1963). "A heuristic program for locating warehouses", *Management Sciences*, Vol. 11, 213-235.
- Lajugie, J., Delfaud, P. e Lacour, C. (1985). *Espace Régional et Aménagement du Territoire*, Dalloz, Paris, França.
- Livramento, J.L. (2005). *Cabo Verde: 30 Anos de Educação*, Documento de Trabalho, Praia, Cabo Verde.
- Lobo, D.S. e Gonçalves, M.B. (2001). "Avaliação da localização espacial das unidades de educação infantil: Um estudo de caso para Florianópolis", *SC. Ensaio*, Vol. 9, 123-140.
- Lobo, D.S. (1998). *Localização de Unidades de Educação Infantil: Uma Aplicação para Creches Municipais de Florianópolis*, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil.
- Lobo, D.S. (2003). *Dimensionamento e Otimização Locacional de Unidades de Educação Infantil*, Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis Brasil.

- Lorena, L.A.N. (2001). *Análise de Redes, Relatório Técnico*, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, Brasil.
- Lorena, L.A.N. e Senne, E.L.F. (2003). "Local search heuristics for capacitated p-median problems", *Networks and Spatial Economics*, Vol. 3, 409-419.
- Louveaux, F.V. (1986). "Discrete stochastic location models", *Annals of Operations Research*, Vol. 6, 23-34.
- Louveaux, F.V. e Peeters, D. (1992). "A dual-based procedure for stochastic facility location", *Operations Research*, Vol. 40, 564-573.
- Love, R.F., Morris, J.G. e Wesolowsky, G.O. (1988). *Facilities Location: Models and Methods*, North Holland, Nova Iorque, EUA.
- Luna, H.P.L. (1995). "Sistemas de apoio à decisão", In: L.D.B. (Ed.), *Manufatura Integrada por Computador*, Fundação CEFETMINAS, Belo Horizonte, Brasil, 83-100.
- Manne, A. (1964). "On the location of supply points to minimize transport costs", *Operation Research Quarterly*, Vol. 15, 261-270.
- Manne, A.S. (1967). *Investments for Capacity Expansion: Size. Location and Time Phasing*, MIT Press, Cambridge, EUA.
- Mapa, S.M.S. (2007). *Localização-Alocação de Instalações com Sistema de Informações Geográficas e Modelagem Matemática*, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Itajubá, Brasil.
- Mausser, H. e Laguna, M. (1998). "A new mixed integer formulation for the maximum regret problem", *International Transactions in Operational Research*, Vol. 5, 389-403.
- Mausser, H. e Laguna, M. (1999). "A heuristic to minimax absolute regret for linear programs with interval objective function coefficients", *European Journal of Operational Research*, Vol. 117, 157-174.

- Maxfield, D.W. (1972). "Spatial planning of school districts", *Annals of the Association of American Geographers*, Vol. 62, 582-590.
- McHarg I.L. (1969). *Design with Nature*. Garden City, The Natural History Press, Nova Iorque, EUA.
- MECJD (1995). *Critérios de Planeamento Educativo*, Ministério de Educação, Cultura, Juventude e Desportos, Praia, Cabo Verde.
- Melo, M.T., Nickel, S. e Saldanha-da-Gama, F. (2006). "Dynamic multi-commodity capacitated facility location: A mathematical modeling framework for strategic supply chain planning", *Computers & Operations Research*, Vol. 33, 181-208.
- Mendes, J.F.G. (2004). *Avaliação da Qualidade de Vida em Cidades: Fundamentos e Aplicações*, Livraria Almedina, Coimbra, Portugal.
- MFP (2002). *Documento de Estratégia de Crescimento e Redução da Pobreza*, Ministério de Finanças e do Plano, Praia, Cabo Verde.
- Michalewicz, Z. e Fogel, D.B. (2004). *How to Solve It: Modern Heuristics*, Springer-Verlag, Berlim, Alemanha.
- Moreira, D.A. (1996). *Administração da Produção e Operações*, Livraria Pioneira Editora, São Paulo, Brasil.
- Müller, S., Haase, K., e Kless, S. (2009). "A multiperiod school location planning approach with free school choice", *Environment and Planning*, Vol. 41, 2929-2945.
- Murray, A.T. (2010). "Advances in location modeling: GIS linkages and contributions" *Journal of Geographical Systems*, Vol. 12, 335-354.
- Novaes, A.G. e Rosseto, C.F. (1993). "Localização de depósitos numa rede logística com o auxílio de GIS", *Anais do VII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes*, São Paulo, Vol. 1, 605-617.

- O'Brien, R.J. (1969). "Model for planning location and size of urban schools", *Socio-Economic Planning Sciences*, Vol. 2, 141-153.
- Owen, S.H. e Daskin, M.S. (1998). "Strategic facility location: A review", *European Journal of Operational Research*, Vol. 111, 423-447.
- Paredes, E.A. (1994). *Sistema de Informações Geográficas: Princípios e Aplicações (Geoprocessamento)*, Érica, São Paulo, Brasil.
- Pizzolato, N.D. (1994). "A heuristic for large-size p-median location problems with application to school location", *Annals of Operations Research*, Vol. 50, 473-485.
- Pizzolato, N.D. e Silva, H.B.F. (1993). "Proposta metodológica de localização de escolas: Estudo de caso de Nova Iguaçu", *Pesquisa Operacional*, Vol. 14, 1-13.
- Pizzolato, N.D. e Silva, H.B.F. (1997). "The location of public schools: Evaluation of practical experiences", *International Transactions in Operational Research*, Vol. 4, 13-22.
- Pizzolato, N.D., Barcelos, F.B. e Lorena, L.A.N. (2004b). "School location methodology in urban areas of developing countries", *International Transactions in Operational Research*, Vol. 11, 667-681.
- Pizzolato, N.D., Barros, A.G., Barcelos, F.B. e Canen, A.G. (2004a). "Localização de escolas públicas: síntese de algumas linhas de experiências no Brasil", *Pesquisa Operacional*, Vol. 24, 111-131.
- Pizzolato, N.D., Silva, G.G. e Mizubuti, S. (1999). "Avaliação da oferta de ensino fundamental pela rede pública e sua distribuição espacial: aplicação ao município de Niterói", *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos*, Vol. 80, 327-341.
- Reeves, C.R. (1993). *Modern Heuristic Techniques for Combinatorial Problems*, Wiley, Nova Iorque, EUA.

- ReVelle, C.S. e Eiselt, H.A. (2005). “Location analysis: A synthesis and survey”, *European Journal of Operational Research*, Vol. 165, 1-19.
- ReVelle, C.S. e Swain, R.W. (1970). “Central facilities location”, *Geographical Analysis*, Vol. 2, 30-42.
- Roodman, G. e Schwartz, L. (1975). “Optimal and heuristic facility phase-out strategies”, *AIIE Transactions*, Vol. 7, 177-184.
- Roodman, G. e Schwartz, L. (1977). “Extensions of the multiperiod facility phase-out model: New procedures and applications to a phase-in/phase-out problem”. *AIIE Transactions*, Vol. 9, 103-107.
- Rubinstein, R.Y. (1997). “Optimization of computer simulation models with rare events”, *European Journal of Operations Research*, Vol. 99, 89-112.
- Rubinstein, R.Y. (1999). “The cross-entropy method for combinatorial and continuous optimization”, *Methodology and Computing in Applied Probability*, Vol. 2, 127-190.
- Rubinstein, R.Y. e Kroese, D.P. (2004). *The Cross Entropy Method: A Unified Approach To Combinatorial Optimization, Monte-Carlo Simulation, and Machine-Learning*, Springer, Nova Iorque, EUA.
- Rubinstein, R.Y., Kroese, D.P e Porotsky, S. (2006). “the cross entropy method for continuous multi-extremal optimization”, *Methodology and Computing in Applied Probability*, Vol. 8, 383-407.
- Sampaio, M.E.C.S. (1999). *Aplicação de Metaheurísticas ao Problema de Localização de Escolas de Ensino Fundamental*, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Brasil.
- Santos, H.M.L. (2007). *Teoria da Localização, Métodos de Análise Hierárquica e o Sector de Serviços – o Caso do Curso Pré-vestibular*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil.

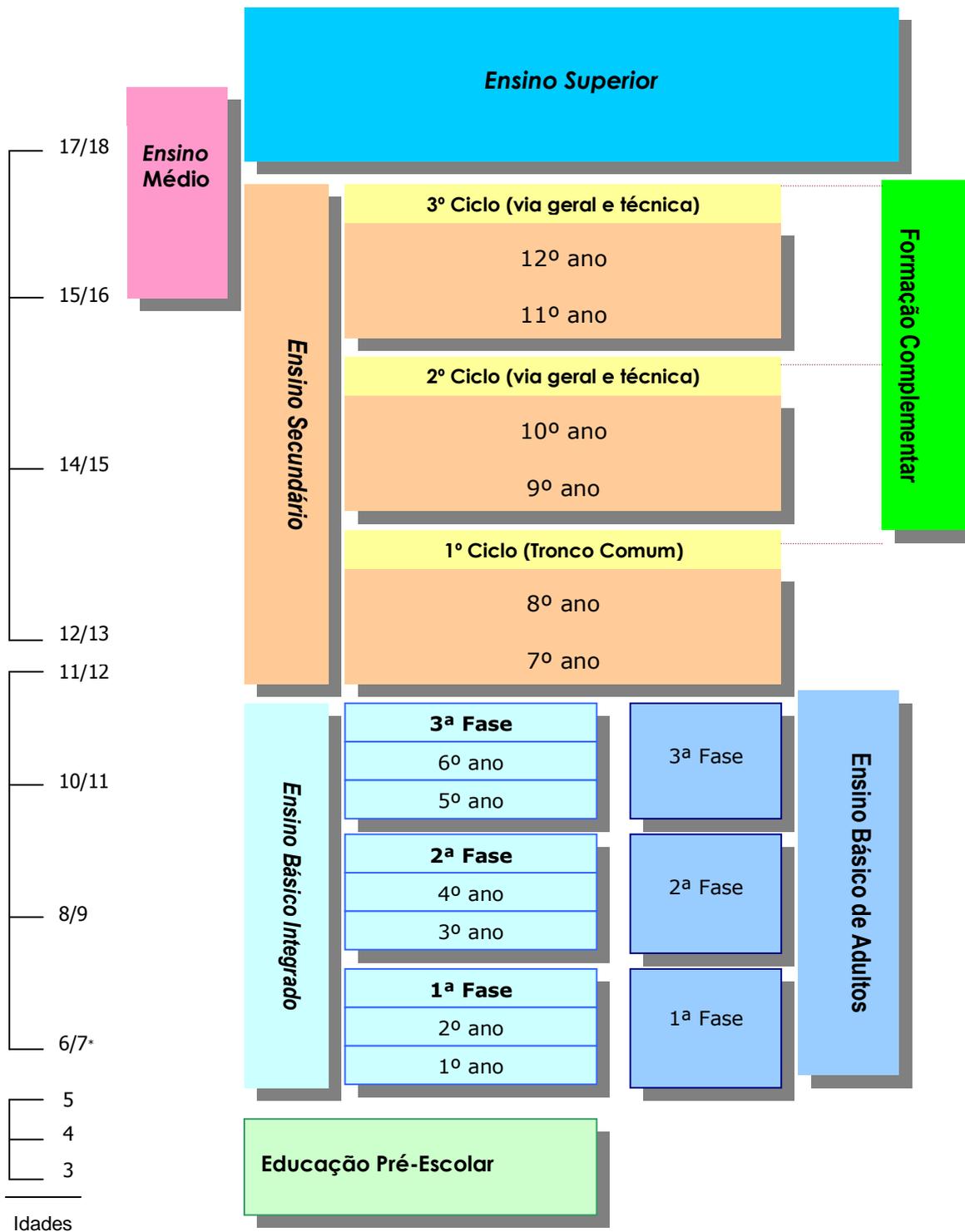
- Shulman, A. (1991). "An algorithm for solving dynamic capacitated plant location problems with discrete expansion sizes". *Operations Research*, Vol. 39, 423-436.
- SISED/UNESCO (2001). Module 2: Les Principaux Indicateurs de l'Education, <http://opentraining.unesco-ci.org/cgi-bin/page.cgi?g=Detailed%2F1382.html;d=1>, (consultado em 14 de Fevereiro de 2011).
- Smith, T. R., Peuquet, D. J., Menon, S. e Agarwal, P. (1987). "KBGIS: a knowledge-based geographic information system". *International Journal of Geographic Information Systems*, Vol.1, 149-172.
- Snyder, L.V. e Daskin, M.S. (2006). "Stochastic  $p$ -robust location problems", *IIE Transactions*, Vol. 38, 971-985.
- Snyder, L.V. (2006). "Facility location under uncertainty: A review", *IIE Transactions* Vol. 38, 537-554.
- Star, L. e Estes, J. E. (1990). *Geographic Information Systems: An Introduction*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, EUA.
- Talbi, E. (2009). *Metaheuristics: From Design to Implementation*, Wiley, Nova Iorque, EUA.
- Teixeira, A.A., Matias, L.F.N. e Moretti, E. (1995). "Qual a melhor definição de SIG", *Fator GIS*", Vol.11, 20-24.
- Teixeira, J., Antunes, A. e Peeters, D. (2007). "An optimization-based study on the redeployment of a secondary school network", *Environment and Planning B*, Vol. 34, 296-315.
- Teixeira, J.C. e Antunes, A.P. (2008). "A hierarchical location model for public facility planning", *European Journal of Operational Research*, Vol. 185, 92-104.

- Van Roy, T. e Erlenkotter, D. (1982). “A dual-based procedure for dynamic facility location”, *Management Science*, Vol. 28, 1091-1105.
- Vanderbei, R.J. (2008). *Linear Programming: Foundations and Extensions*, Kluwer, Springer, Nova Iorque, EUA.
- Velarde, J.L. G. e Laguna, M. (2004). “A benders-based heuristic for the robust capacitated international sourcing problem, *IIE Transactions*, Vol. 36, 1125-1133.
- Vernadat, F.B. (1996). *Enterprise Modeling and Integration: Principles and Applications*, Chapman & Hall, Londres, Reino Unido.
- Viegas, J.M. (1987). “Short and mid-term planning of an elementary school network in a suburb of Lisbon”. *Sistemi Urbani*, Vol. 1, 57-77.
- Wolsey, L.A. (1998). *Integer Programming*, Wiley, Nova Iorque, EUA.

## Anexos

---

### A.1 Organograma do Sistema Educativo Cabo-verdiano



Fonte: Elaborado por Osvaldo Borges no âmbito do SIGE/PROMEF-Ministério da Educação em 2002

## A.2 Projecção da população de 6 -11 anos para 2015 – Santa Cruz

Zona	Pop. Idade escolar 2015 (ensino básico)			Total
	1ª Fase (1º e 2 anos)	2ª Fase (3º e 4º anos)	3ª Fase (5º e 6º anos)	
Achada Lage	51	48	48	147
Saltos Abaixo	78	73	73	224
Achada Bel Bel	74	69	69	212
Cancelo	206	193	192	591
Boaventura	45	42	41	128
Ribeirao Boi	54	51	50	155
Serelho	33	31	31	95
Rebelo	27	25	25	77
Vila de Pedra Badejo	859	807	804	2470
Rocha Lama	64	60	60	184
Santa Cruz	195	183	182	560
Achada Fazenda	239	225	223	687
Achada Ponta	41	39	39	119
Cha da Silva	124	117	117	358
Matinho	67	63	64	194
Julangue	2	2	1	5
Librao	43	41	41	125
Ribeirao Almado	15	14	15	44
Renque Purga	86	81	81	248
Porto Madeira	64	60	60	184
Monte Negro	60	57	56	173
Levada	21	20	19	60
Poilao Cabral	35	33	33	101
Orgaos Pequeno	50	47	48	145
Joao Teves	144	135	134	413
Lage	45	42	41	128
Pedra Molar	45	42	43	130
Joao Goto	20	19	19	58
Montanhinha	35	33	34	102
Boca Larga	62	58	58	178
Longueira	42	39	39	120
Pico Antonia	71	66	66	203
Montanha	43	41	40	124
Achada Costa	24	23	23	70
Ribeira Seca	62	58	59	179
Sao Cristovao	37	34	34	105
Fundura	17	16	17	50
Boca Larga	14	13	13	40
Sao Jorge	130	122	122	374
<b>Total</b>	<b>3324</b>	<b>3122</b>	<b>3114</b>	<b>9560</b>

## A.3 Análise de sensibilidade para 2015 em Santa Cruz

Zona	Número de Módulos						
	Existente em 2003	Previsão para 2015					
		Maximização da acessibilidade			Minimização do investimento		
		taxa de ocupação de 60%	taxa de ocupação de 70%	taxa de ocupação de 80%	taxa de ocupação de 60%	taxa de ocupação de 70%	taxa de ocupação de 80%
Achada Lage	1	0	0	0	0	0	0
Saltos Abaixo	1	3	3	3	3	3	3
Achada Bel Bel	1	2	2	0	2	2	0
Cancelo	3	5	5	0	5	5	0
Boaventura	1	0	1	1	0	1	1
Ribeirão Boi	1	2	0	4	2	0	4
Serelho	1	2	3	0	2	3	0
Rebelo	1	0	0	0	0	0	0
Pedra Badejo	9	19	19	19	18	18	18
Rocha Lama	3	0	0	0	4	4	4
Santa Cruz	3	4	4	9	4	4	9
Achada Fazenda	4	6	6	6	6	6	6
Achada Ponta	1	1	1	1	1	1	1
Chã da Silva	1	3	3	3	0	0	0
Matinho	2	2	2	2	2	2	2
Julangue	0	0	0	2	0	0	2
Librão	1	1	1	2	1	1	2
Ribeirão Almaço	0	0	0	0	0	0	0
Renque Purga	2	2	5	5	2	5	5
Porto Madeira	1	2	0	0	2	0	0
Monte Negro	1	2	0	0	2	0	0
Levada	1	0	0	0	0	0	0
Poilão Cabral	0	1	1	2	1	1	0
Orgãos Pequeno	1	1	1	1	1	1	0
João Teves	4	4	4	4	4	4	4
Lage	1	1	0	1	1	3	1
Pedra Molar	0	2	3	1	2	0	1
João Goto	0	0	0	2	0	0	2
Montanhinha	0	1	1	0	1	1	0
Boca Larga	1	2	2	0	2	2	0
Longueira	1	1	1	1	1	1	1
Pico D'Antónia	1	2	2	0	2	2	0
Montanha	1	1	1	0	1	1	0
Achada Costa	0	0	0	1	0	0	0
Ribeira Seca	2	3	3	0	3	3	4
São Cristovão	1	1	1	0	1	1	0
Fundura	1	0	0	0	0	0	0
Boca Larga	0	0	0	0	0	0	0
São Jorge	3	3	3	3	3	3	3
<b>Total</b>	<b>56</b>	<b>79</b>	<b>78</b>	<b>73</b>	<b>79</b>	<b>78</b>	<b>73</b>

## A.4 Projecção da população de 12-17 anos para 2015 – Santiago

Praia					Santa Catarina				
N.º	Zona	12-15	16-17	Total	N.º	Zona	12-15	16-17	Total
1	SãoTomé	23	10	33	33	Achada Gomes	66	31	97
2	Praia	1.558	719	2.277	34	Achada Leitão	106	49	155
3	Achada Santo António	1.569	723	2.292	35	Achada Galego	80	37	117
4	A.Grande Frente/Traz	786	363	1.149	36	Achada Igreja	128	60	188
5	Calabaceira	2.147	989	3.136	37	Achada Leite	20	9	29
6	Loura	61	28	89	38	Achada Tossa	114	53	167
7	Praia	1.162	536	1.698	39	Librão	55	25	80
8	Achadinha	2.062	950	3.012	40	Babosa	18	8	26
9	Beatriz Pereira	23	10	33	41	Banana Semedo	73	33	106
10	Belem	58	26	84	42	Bombardeiro	117	54	171
11	Calabaceira	37	17	54	43	Burbur	27	12	39
12	Calheta S.Martinho	3	1	4	44	Fonteana	116	53	169
13	Pico Leao	80	37	117	45	Chã de Lagoa	49	23	72
14	Delgado	2	1	3	46	Chã de Tanque	134	61	195
15	Joao Varela	68	33	101	47	Pau Verde	32	15	47
16	Mosquito Horta	32	15	47	48	Junco	37	17	54
17	Palmarejo	614	283	897	49	Boa Entradinha	60	27	87
18	Pedregal	2	1	3	50	Aboboreiro	98	46	144
19	Santana	120	55	175	51	Cruz Grande	87	40	127
20	Ponta do Sol	14	6	20	52	Faveta	38	17	55
21	Gouveia	47	22	69	53	Degredo	23	10	33
22	Porto Mosquito	89	41	130	54	Entre Picos	40	18	58
23	São Francisco	75	35	110	55	Entre Picos Reda	43	20	63
24	Chã Goncalves	21	9	30	56	Fonte Lima	116	53	169
25	São Martinho Grande	83	39	122	57	Picos Acima	194	89	283
26	S.Martinho Pequeno	135	63	198	58	Gil Bispo	136	63	199
27	Cidade Velha	139	65	204	59	Joao Bernardo	45	21	66
28	Salineiro	114	53	167	60	Covao Grande	44	20	64
29	Lém Dias	41	19	60	61	Manhanga	23	10	33
30	Chã de Igreja	23	11	34	62	Pico Freire	32	15	47
31	Tira Chapéu	1.560	719	2.279	63	Leitaozinho	55	25	80
32	Tronco	21	10	31	64	Palha Carga	128	60	188
					65	Pata Brava	25	12	37
					66	Pedra Barro	88	41	129
					67	Pinha de Engenho	105	48	153
					68	Boa Entrada	140	65	205
					69	Mato Gege	127	59	186
					70	Rincão	117	54	171
					71	Purgueira	34	15	49
					72	Mato Fortes	16	7	23
					73	Rebello	11	5	16
					74	Jalalo Ramos	47	22	69
					75	Ribeirão Isabel	55	26	81
					76	Ribeirão Manuel	110	51	161
					77	Mato Sancho	52	24	76
					78	Leitão Grande	106	49	155
					79	Sedeguma	29	13	42
					80	Charco	29	14	43
					81	Tomba Toiro	48	22	70
					82	Assomada	795	366	1.161
					83	Fundura	84	39	123
					84	Achada Lazao	8	4	12
					85	Achada Lem	227	104	331
					86	Achada Ponta	29	13	42
					87	Figueira das Naus	108	50	158
					88	Arribada	27	13	40
					89	Aguas Podres	21	10	31
					90	Gamchemba	37	17	54
					91	João Dias	68	31	99
					92	Furna	57	26	83
					93	Japluma	21	9	30
					94	Lugar Velho	10	4	14
					95	Mancholy	85	39	124
					96	Mato Baixo	59	27	86
					97	Mato Limão	34	16	50
					98	Pingo Chuva	62	29	91
					99	Ribeira da Barca	235	108	343
					100	Salto Acima	86	40	126
					101	Serra Malagueta	82	38	120

São Domingos				
N.º	Zona	12-15	16-17	Total
102	Achada Baleia	42	19	61
103	Banana	38	18	56
104	Mendes Faleiro Cabral	10	5	15
105	Água de Gato	151	69	220
106	Portal	59	27	86
107	Chamine	15	7	22
108	Rui Vaz	115	53	168
109	Chão de Coqueiro	26	12	38
110	Mendes Fal.Rendeiro	24	11	35
111	Dobe	25	12	37
112	Gudim	44	20	64
113	Várzea de Igreja	270	125	395
114	Lagoa	47	22	69
115	Ribeirão de Cal	27	13	40
116	Dacabalaio	22	10	32
117	Mato Afonso	45	21	66
118	Milho Branco	85	39	124
119	Baia/Moia Moia	79	37	116
120	Cancelo	32	15	47
121	Praia Formosa	87	40	127
122	Nora	78	36	114
123	Pau de Saco	23	11	34
124	Achada Mitra	30	14	44
125	Praia Baixo	111	51	162
126	Fonte Almeida	89	41	130
127	Ribeirão Chiqueiro	86	40	126
128	Vale da Custa	51	24	75
129	Veneza	20	9	29

São Miguel					Santa Cruz				
N.º	Zona	12-15	16-17	Total	N.º	Zona	12-15	16-17	Total
130	Monte Bode	24	11	35	153	Achada Costa	25	11	36
131	Chã de Ponta	58	26	84	154	Rocha Lama	66	30	96
132	Achada Monte	145	67	212	155	Achada Fazenda	244	113	357
133	Varanda	53	25	78	156	Achada Laje	52	24	76
134	Casa Branca	21	9	30	157	Achada Ponta	42	20	62
135	Gongon	46	21	67	158	Poilão Cabral	36	17	53
136	Principal	162	74	236	159	Achada Bel Bel	75	35	110
137	Pedra Barro	27	12	39	160	Boaventura	45	21	66
138	Pedra Serrado	49	23	72	161	Boca Larga (SLO)	63	29	92
139	Ribeireta	30	14	44	162	Cancelo	209	97	306
140	Palha Carga	59	27	86	163	Montaninha	36	17	53
141	Cutelo Gomes	86	40	126	164	Fundura	18	8	26
142	Ribeirao Milho	10	5	15	165	Saltos Abaixo	80	37	117
143	Espinho Branco	60	28	88	166	Boca Larga (SC)	14	7	21
144	Machado	21	10	31	167	São Cristovão	38	17	55
145	Igreja	41	19	60	168	João Goto	21	9	30
146	Monte Poussada	60	27	87	169	João Teves	147	68	215
147	Ponta Verde	103	48	151	170	Chã da Silva	127	59	186
148	Mato Correia	33	15	48	171	Julange	2	1	3
149	Tagarra	79	36	115	172	Laje	46	21	67
150	Pilão Cão	139	64	203	173	Monte Negro	62	28	90
151	Calheta de S.Miguel	439	202	641	174	Levada	21	10	31
152	Xaxa	15	7	22	175	Librão	45	20	65
					176	Longueira	42	20	62
					177	Ribeira Seca	64	29	93
Tarrafal					178	Matinho	69	32	101
N.º	Zona	12-15	16-17	Total	179	Montanha	45	20	65
192	Fazenda	16	8	24	180	Órgãos Pequeno	52	24	76
193	Achada Biscainhos	27	12	39	181	Pico D'Antónia	73	33	106
194	Achada do Meio	31	14	45	182	Pedra Badejo	879	405	1.284
195	Achada Lagoa	21	9	30	183	Pedra Molar	47	21	68
196	Achada Longueira	83	38	121	184	Ribeirão Boi	55	25	80
197	Achada Tenda	127	59	186	185	Porto Madeira	66	30	96
198	Achada Moirão	77	35	112	186	Rebelo	27	13	40
199	Ribeira da Prata	104	48	152	187	Renque Purga	88	41	129
200	Chao Bom	516	238	754	188	Ribeirão Almaço	16	7	23
201	Figueira Muita	26	12	38	189	São Jorge	134	61	195
202	Lagoa	22	10	32	190	Serelho	34	16	50
203	Mato Brasil	24	11	35	191	Santa Cruz	200	92	292
204	Mato Mendes	34	15	49					
205	Milho Branco	27	12	39					
206	Curral Velho	42	20	62					
207	Ponta do Lobrão	41	19	60					
208	Ribeirao Sal	9	4	13					
209	Biscainhos	83	38	121					
210	Trás Os Montes	64	29	93					
211	Tarrafal	658	304	962					

## A.5 Coordenadas e população dos centros/zonas em Santiago

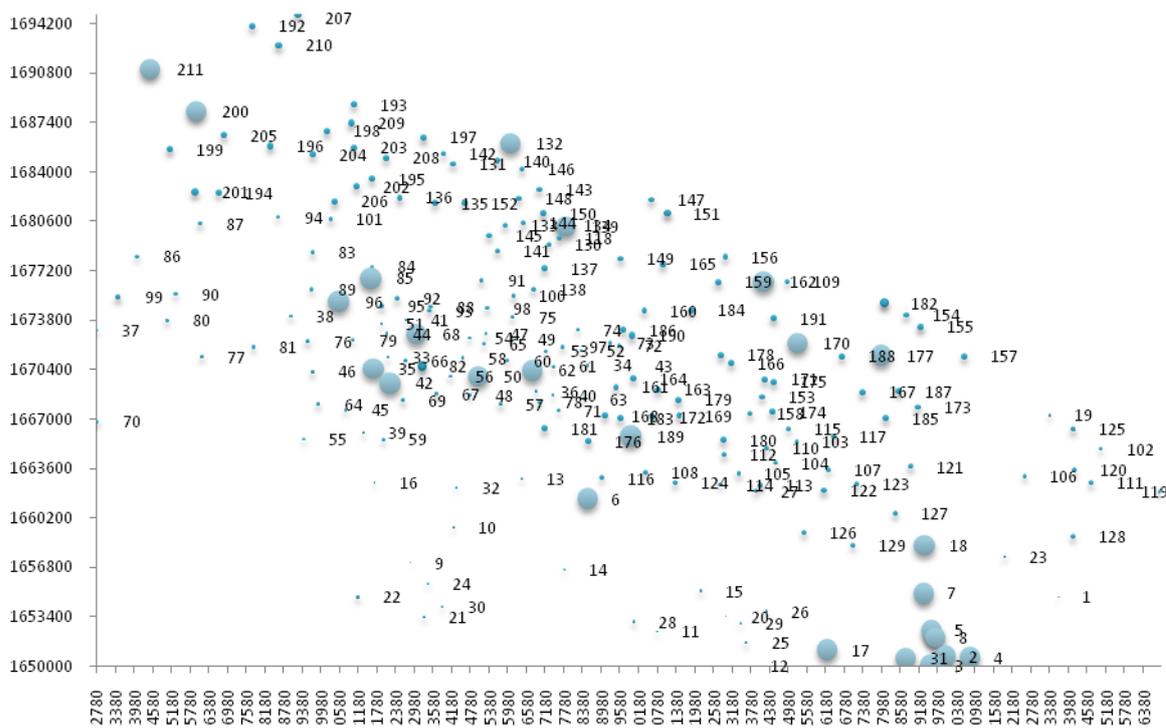
Centro	N.º Utente	Coordenadas		Centro	N.º Utente	x	y	Centro	N.º Utente	x	y
		x	y								
				71	34	217602,7	1667583,5	142	10	213905,2	1685229,4
1	23	233657,6	1654779,7	72	16	219557,7	1672042,9	143	60	216985,3	1682786,5
2	1558	230031,0	1650694,9	73	11	219272,4	1672217,2	144	21	216477,2	1680501,3
3	1569	229555,9	1650066,1	74	47	218229,4	1673136,5	145	41	215391,2	1679609,7
4	786	230810,8	1650599,9	75	55	216132,3	1674016,9	146	60	216431,6	1684210,4
5	2147	229565,9	1652465,7	76	110	209568,4	1672326,7	147	103	220596,8	1682100,2
6	61	218544,2	1661531,7	77	52	206159,9	1671285,9	148	33	216339,5	1682180,2
7	1162	229317,5	1655030,6	78	106	216986,7	1668156,1	149	79	219601,1	1678031,2
8	2062	229687,4	1651956,2	79	29	211015,9	1672418,1	150	139	217112,0	1681161,9
9	23	212858,8	1657124,4	80	29	205042,0	1673793,7	151	439	221103,8	1681140,9
10	58	214258,0	1659560,0	81	48	207823,0	1671945,4	152	15	214588,0	1681850,3
11	37	220776,9	1652385,2	82	795	213247,5	1670639,3	153	25	224149,0	1668522,9
12	3	223641,1	1650004,7	83	84	209713,0	1678479,2	154	66	228770,1	1674159,1
13	80	216436,5	1662866,5	84	8	211613,2	1677486,2	155	244	229228,1	1673346,5
14	2	217800,7	1656652,3	85	227	211574,6	1676678,4	156	52	222965,9	1678138,9
15	68	222183,5	1655185,0	86	29	204093,7	1678190,4	157	42	230620,2	1671323,8
16	32	211715,0	1662638,0	87	108	206104,1	1680460,4	158	36	223754,1	1667375,1
17	614	226220,7	1651132,8	88	27	213510,2	1674735,0	159	75	222722,3	1676420,7
18	2	229346,5	1658314,9	89	21	209684,2	1675900,1	160	45	220362,2	1674459,4
19	120	233366,1	1667263,1	90	37	205325,7	1675607,1	161	63	219452,4	1669200,6
20	14	222981,5	1653419,6	91	68	215133,9	1676528,2	162	209	224181,3	1676451,4
21	47	213294,9	1653385,4	92	57	212430,6	1675296,5	163	36	220803,6	1669037,4
22	89	211175,6	1654761,5	93	21	213461,6	1674450,2	164	18	220012,2	1669807,4
23	75	231932,1	1657548,5	94	10	208608,6	1680902,4	165	80	220949,1	1677666,6
24	21	213415,7	1655639,1	95	85	211934,3	1674775,6	166	14	223161,4	1670863,7
25	83	223635,8	1651608,5	96	59	210548,0	1675092,0	167	38	227351,3	1668861,2
26	135	224285,3	1653769,2	97	34	217743,2	1671976,5	168	21	219111,1	1667247,2
27	139	223941,3	1662040,2	98	62	215312,6	1674639,8	169	147	221478,1	1667250,7
28	114	220027,4	1653067,3	99	235	203481,9	1675415,5	170	127	225275,1	1672213,0
29	41	223438,8	1652976,7	100	86	216163,2	1675451,2	171	2	224218,3	1669734,2
30	23	213883,4	1654113,6	101	82	210303,6	1680785,6	172	46	220616,8	1667141,9
31	1560	228743,1	1650568,5	102	42	235008,9	1664962,3	173	62	229133,9	1667816,3
32	21	214347,8	1662294,6	103	38	225252,7	1665433,1	174	21	224480,3	1667508,9
33	66	212126,2	1671252,3	104	10	224566,3	1663992,3	175	45	224514,0	1669552,8
34	106	218550,2	1670694,1	105	151	223397,7	1663263,2	176	42	218575,8	1665465,2
35	80	211659,0	1670478,4	106	59	232564,7	1663088,0	177	64	227951,6	1671394,2
36	128	216891,1	1668907,4	107	15	226277,3	1663498,4	178	69	222830,7	1671409,3
37	20	202782,0	1673104,0	108	115	220393,7	1663341,7	179	45	221465,6	1668328,5
38	114	209025,1	1674057,3	109	26	224934,9	1676434,6	180	52	222903,0	1665563,9
39	55	211344,8	1666034,1	110	24	224290,9	1665020,3	181	73	217177,3	1666336,5
40	18	217434,7	1668651,7	111	25	234683,0	1662626,0	182	879	228075,4	1674996,1
41	73	212717,5	1673810,4	112	44	222918,8	1664586,9	183	47	219587,1	1667051,9
42	117	212194,8	1669461,4	113	270	224077,9	1662437,0	184	55	221857,0	1674498,9
43	27	219873,4	1670607,7	114	47	222778,7	1662493,3	185	66	228117,3	1667031,2
44	116	212101,4	1672877,4	115	27	224997,0	1666348,5	186	27	219690,3	1673133,4
45	49	210783,1	1667615,3	116	22	219013,9	1662935,3	187	88	228528,1	1668903,4
46	134	209710,7	1670257,7	117	45	226420,5	1665808,6	188	16	226716,4	1671331,7
47	32	215271,3	1672869,4	118	85	217621,0	1679451,8	189	134	219924,5	1665818,8
48	37	214772,1	1668633,9	119	79	236928,9	1662000,3	190	34	219971,4	1672751,8
49	60	216111,9	1672516,0	120	32	234144,6	1663474,3	191	200	224516,3	1673940,0
50	98	215042,0	1669946,6	121	87	228891,2	1663729,8	192	16	207794,3	1694021,8
51	87	211927,0	1673550,7	122	78	226123,5	1662137,4	193	27	211040,8	1688650,4
52	38	218331,8	1671683,0	123	23	227181,1	1662545,9	194	31	206696,8	1682548,6
53	23	217213,1	1671659,3	124	30	221358,2	1662615,9	195	21	211631,6	1683537,8
54	40	214748,7	1672564,2	125	111	234127,6	1666288,6	196	83	208371,5	1685785,2
55	43	209430,0	1665628,9	126	89	225479,7	1659169,3	197	127	213289,2	1686383,7
56	116	214152,3	1669933,5	127	86	228413,2	1660548,7	198	77	210170,1	1686817,0
57	194	215752,6	1668025,6	128	51	234113,0	1658960,3	199	104	205128,7	1685550,3
58	136	214536,5	1671204,7	129	20	227061,6	1658286,1	200	516	205978,3	1688163,8
59	45	212000,7	1665589,2	130	24	217291,3	1678988,5	201	26	205948,2	1682617,6
60	44	215975,6	1671029,9	131	58	214221,7	1684545,1	202	22	211120,3	1682988,0
61	23	217431,5	1670611,8	132	145	216058,7	1685958,1	203	24	211041,2	1685679,5
62	32	216766,5	1670338,3	133	53	215907,9	1680299,7	204	34	209720,1	1685208,9
63	55	218437,1	1668375,2	134	21	217584,2	1680333,4	205	27	206877,5	1686502,1
64	128	209907,9	1668005,7	135	46	213645,4	1681852,7	206	42	210437,9	1681970,8
65	25	215207,1	1672180,6	136	162	212516,4	1682226,4	207	41	209247,3	1694835,2
66	88	212700,7	1670993,9	137	27	217161,4	1677368,3	208	9	212069,8	1684956,8
67	105	213687,0	1668722,4	138	49	216800,1	1675936,5	209	83	210954,4	1687354,7
68	140	213053,2	1672857,5	139	30	217842,1	1680235,7	210	64	208625,6	1692711,5
69	127	212611,5	1668276,7	140	59	215641,5	1684758,5	211	658	204506,0	1691065,8
70	117	202798,3	1666831,5	141	86	215647,7	1678554,9				

## A.6 Soluções para a população dos 12-15 anos de idades

Resultados obtidos (s/ Heuristic Concentration) ordenados por ordem decrescente de Função-objectivo

Solução	Distância agregada	Situação	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	76.786	Zona seleccionada	2	3	4	5	6	7	8	17	18	31	35	42	50	62	68	85	96	132	139	162	170	177	189	200	211
		População distribuída	1558	1569	809	2147	949	1182	2062	927	1393	1560	875	975	826	823	811	840	810	808	1018	882	1089	803	833	950	806
2	77.971	Zona seleccionada	2	3	4	5	7	8	17	28	31	35	36	46	58	88	92	96	129	148	151	162	173	179	182	200	211
		População distribuída	1637	1569	809	2147	1162	2188	890	811	1560	875	936	847	884	839	806	812	930	935	875	803	837	843	1521	983	806
3	78.819	Zona seleccionada	2	3	4	5	7	8	17	28	31	35	36	40	46	58	88	92	96	106	109	132	139	157	170	200	211
		População distribuída	1558	1569	809	2147	1273	2137	890	811	1560	875	867	867	847	884	856	806	812	1425	803	808	1018	838	1089	950	806
4	80.468	Zona seleccionada	2	3	4	5	7	8	17	28	31	35	46	50	62	68	85	96	106	151	162	170	177	189	196	208	210
		População distribuída	1558	1569	809	2147	1273	2137	890	811	1560	875	847	931	823	811	816	810	1425	1230	803	1089	803	833	849	800	806
5	88.752	Zona seleccionada	2	3	4	5	7	8	17	28	31	35	42	56	58	85	89	91	129	132	153	157	162	183	191	196	210
		População distribuída	1637	1569	809	2147	1162	2188	890	811	1560	875	847	834	834	957	812	953	913	887	890	858	1042	912	1079	849	990
6	120.524	Zona seleccionada	2	3	4	5	7	8	17	28	31	35	36	46	58	88	92	96	106	151	155	161	162	182	204	208	210
		População distribuída	1558	1569	809	2147	1273	2137	890	811	1560	875	828	847	884	839	790	812	1425	1203	815	929	803	1089	806	800	806
7	134.118	Zona seleccionada	2	3	4	5	7	8	17	28	31	34	35	42	56	68	85	96	129	150	162	170	171	173	205	208	210
		População distribuída	1637	1569	809	2147	1162	2188	890	811	1560	827	963	847	887	811	840	810	930	1186	855	1415	859	906	790	800	806
9	161.683	Zona seleccionada	2	3	4	5	7	8	17	28	31	35	36	41	46	58	83	92	106	118	132	155	161	162	182	200	211
		População distribuída	1558	1569	809	2147	1273	2137	890	811	1560	875	828	955	847	884	776	819	1425	808	968	815	929	803	1089	924	806
10	180.543	Zona seleccionada	2	3	4	5	7	8	17	18	28	31	33	46	52	58	68	83	85	109	117	142	158	165	187	200	211
		População distribuída	1558	1569	809	2147	1182	2062	890	959	781	1560	949	927	850	843	1069	797	916	1489	840	808	870	868	832	924	806

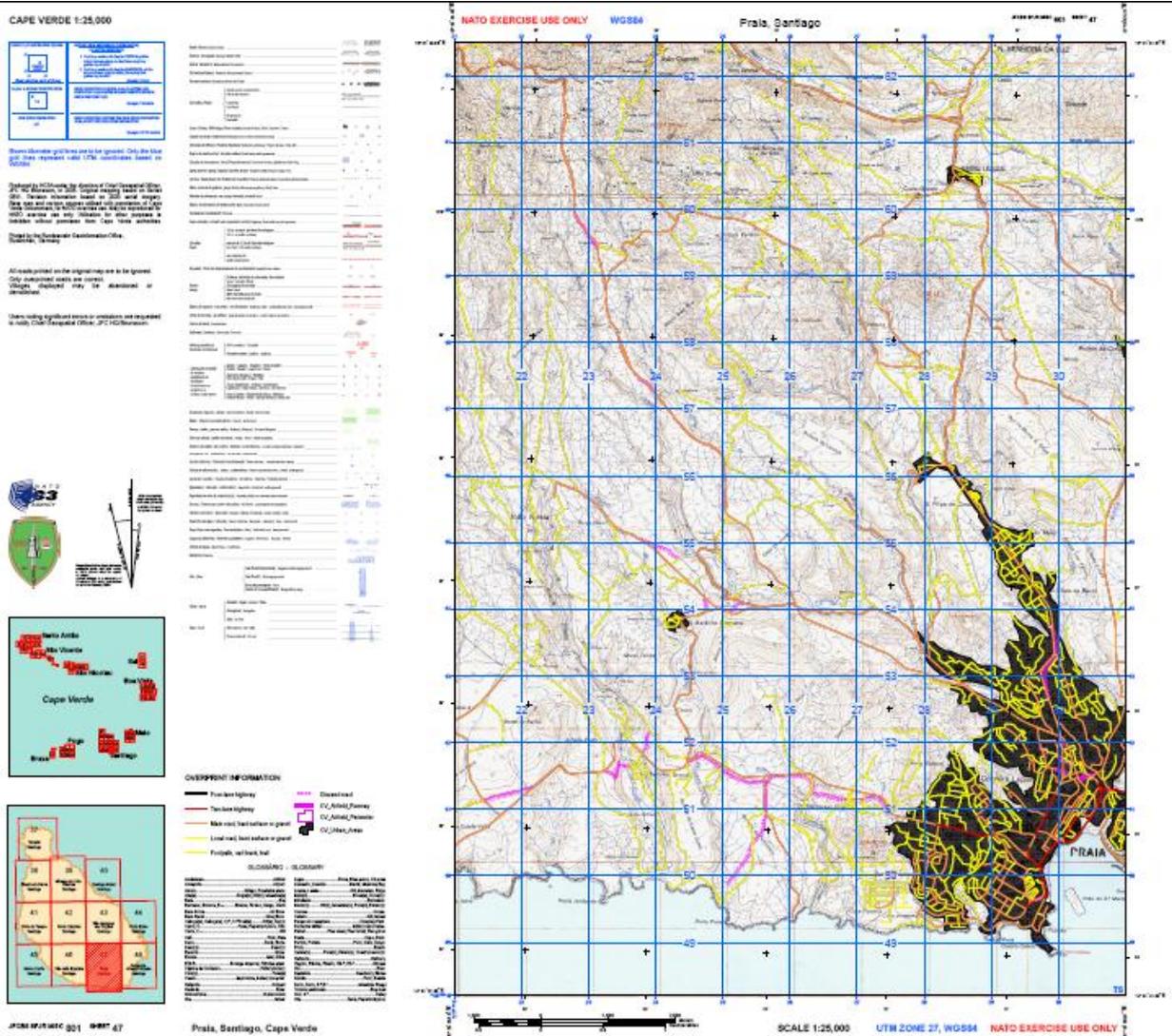
Representação gráfica da melhor solução



## A.7 Soluções para a população dos 16-17 anos de idade

1º Cenário			2º Cenário		
N.º	Zonas (a instalar escolas)	População distribuída	N.º	Zonas (a instalar escolas)	População distribuída
3	Achada S. António	2501	3	Achada S. António	2161
6	Achada Loura	641	6	Achada Loura	439
7	Achada São Filipe	893	7	Achada São Filipe	545
8	Achadinha/Várzea	2496	8	Achadinha/Várzea	2312
42	Bombardeiro/Rib.Cariço	450	17	Palmarejo	428
50	Cruz dos Picos	1201	18	Pedregal	646
85	Achada Lém/Laje	1157	42	Bombardeiro/Rib.Cariço	450
132	Achada Monte	519	50	Cruz dos Picos	1123
162	Cancelo	610	96	Mato Baixo	1029
177	Macati	871	132	Achada Monte	383
189	São Jorge	452	139	Cutelo Covoado	524
200	Chão Bom /Perdigoto	796	162	Cancelo	408
			177	Macati	871
			189	São Jorge	452
			200	Chão Bom/Perdigoto	816
N.º de zonas a instalar escolas		12	N.º de zonas a instalar escolas		15
Total da população escolar		12.587	Total da população escolar		12.587
Distância agregada		48.883,5	Distância agregada		43.862,5

## A.8 Município da Praia – Santiago (NATO)



A.9 Mapas temáticos a taxa de crescimento médio anual de alunos no município do Porto Novo entre 2005/05 a 2007/08

