



UNIVERSIDADE DE CABO VERDE

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

CURSO DE LICENCIATURA EM GEOGRAFIA E ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO

APLICAÇÃO DOS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO  
GEOGRÁFICA NO CONTROLO DE PRAGAS

Realizado Por:

ADELCIDES DANIEL RAMOS VARELA

Orientador:

EDUARDO AMARILDO CARDOSO DOS REIS

PRAIA, Ano Lectivo 2010/2011



UNIVERSIDADE DE CABO VERDE

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

CURSO DE LICENCIATURA EM GEOGRAFIA E ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO

APLICAÇÃO DOS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO  
GEOGRÁFICA NO CONTROLO DE PRAGAS

Relatório Científico apresentado à  
Universidade de Cabo Verde com  
vista à obtenção do título de  
Licenciado em Geografia e  
Ordenamento do Território

Realizado Por:

ADELCIDES DANIEL RAMOS VARELA

Orientador:

EDUARDO AMARILDO CARDOSO DOS REIS

PRAIA, Ano Lectivo 2010/2011

ADELCIDES DANIEL RAMOS VARELA

APLICAÇÃO DOS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO  
GEOGRÁFICA NO CONTROLO DE PRAGAS

JURADOS:

PRESIDENTE

---

ARGUENTE

---

ORIENTADOR

---

Praia, Aos \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

## **AGRADECIMENTOS:**

À minha mãe Joana Lopes Ramos Moreira, mulher de fibra e altos princípios, por tudo o que ensinou-me, fez e continua a fazer por mim;

À minha irmã Antonieta Tavares, por ter ralhado comigo quando merecia, e por todos os seus conselhos e elogios;

Aos meus primos Paulo e David, pela sua ajuda na fase final do meu trabalho;

Aos meus grandes amigos, Alex Barros, Adilson Carvalho, Angelson Gonçalves, Emanuel Sanches, irmãos de alma, com os quais cresci e espero envelhecer;

À minha namorada Liliana Melo, metade da minha laranja, por esses anos maravilhosos;

À minha professora Helena Semedo, que foi mais do que uma professora, uma amiga;

Ao senhor Alfesene Baldé, por ter cedido gentilmente os dados do seu estudo e por toda a sua simpatia;

Ao meu Orientador, Amarildo dos Reis, por ter acreditado sempre em mim;

Aos meus colegas de grupo Carlos Carvalho, David Monteiro, Éder Moreno, Elsio Veiga, Gil Teixeira, Hermelindo Fernandes e Jorge Tavares, pelas grandes experiências que passamos juntos;

Os meus mais sinceros agradecimentos a todos que tiveram algum papel no meu percurso pessoal e académico, amigos, colegas e professores;

## RESUMO

Não existe ainda em Cabo Verde uma compreensão real de todas as potencialidades que os Sistemas de Informação Geográfica oferecem. Essas potencialidades são imensas, e são capazes de dar resposta a vários problemas que o país enfrenta. É preciso conhecê-los, principalmente os decisores. Conhecê-los significa ter uma noção aprofundada da sua origem, da sua evolução, das ferramentas e operações que oferecem para resolver questões reais e pertinentes.

Uma das áreas em que os SIG podem dar contributos significativos é a área do Controlo de Pragas. O Controlo de Pragas é importante uma vez que permite minimizar um dos principais problemas que a Agricultura enfrenta. A nível do país são vários esses problemas, e com o contributo dos Sistemas de Informação Geográfica pelo menos alguns deles poderiam ser eficazmente enfrentados.

Para utilizar os SIG no total da sua capacidade nessa área, é preciso conhecer os principais conceitos, objectivos e metodologias do Controlo de Pragas, o que proporcionará maior eficácia nos estudos presentes e vindouros. Isso pode ser alcançada com equipas multidisciplinares, em que com contribuições sectoriais serão atingidos resultados globais satisfatórios, e o país sairá a ganhar, a médio e longo prazo.

Esse trabalho tem como objectivo fazer uma abordagem sobre os principais conceitos SIG, introduzir alguns conceitos relativos ao Controlo de Pragas, demonstrar a aplicabilidade dos SIG no Controlo de Pragas em termos teóricos e metodológicos, assim como em termos práticos, através da análise de um caso real.

**Palavras-chave:** *Sistemas de Informação Geográfica, Potencialidades, Controlo de Pragas.*

## **ABSTRACT**

There's not yet in Cape Verde a full understanding of what all Geographic Information Systems' potentialities can offer. Those potentialities are vast and capable of giving an answer to several issues the country faces. They must be known, especially by decision-makers. Knowing them mean having a deep notion of their origin, evolution, tools and processes they offer to solve real and relevant matters.

One of the fields GIS can give significant contributes to it's the field of Pest Management. Pest Management is important since it allows the diminishing of one of the main issues Agriculture faces. In the country there are several of those issues and with Geographic Information Systems contribute at least some of them could be effectively dealt with.

To use GIS full capacity on that field, the main Pest Management's concepts, objectives and methodologies must be known, which will lead to greater accuracy in present and future studies. That can be achieved by multispecialty teams, where with sectarian contributes global satisfactory results will be met, and the country will gain, in medium and long term.

This study has as objective to make an approach to GIS main concepts, introduce some concepts concerning Pest Management, demonstrate the applicability of GIS in Pest Management in theoretic and methodological terms, as well as practical terms, through the analysis of a real case.

**Key-words:** *Geographic Information Systems, Potentialities, Pest Management.*

## **ABREVIATURAS:**

**ABT** – Alfesene BactroTraplax®

**BXW** – *Banana Xanthomas Wilt*

**ESRI** – *Environmental Systems Research Institute*

**FAO** – Agência das Nações Unidas para a Agricultura

**Geodatabase**® – *Geographic Database*

**GPS** – *Global Positioning System*

**IAEA** – Programa de Técnicas Nucleares em Alimentação e Agricultura

**NAVSTAR** – *Navigation Satellite with Timing and Ranging*

**NNSS** – *Navy Navigation Satellite System*

**PDA** – *Personal Digital Assistant*

**SIG** – Sistemas de Informação Geográfica

# ÍNDICE GERAL

1) INTRODUÇÃO: .....	1
2) PROBLEMATIZAÇÃO/JUSTIFICAÇÃO: .....	2
3) OBJECTIVOS:.....	3
3.1) GERAL: .....	3
3.2) ESPECÍFICOS:.....	3
4) METODOLOGIA: .....	3
CAPÍTULO I .....	4
1) ENQUADRAMENTO TEÓRICO:.....	4
2) ELEMENTOS BÁSICOS DOS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA .....	6
2.1) Modelos de Dados: .....	6
2.1.1) Modelo Vectorial: .....	6
2.1.2) Modelo Matricial: .....	7
2.1.3) Dados Alfanuméricos:.....	7
2.2) Utilização de GPS:.....	8
2.3) Bases de Dados Geográficas: .....	9
2.3.1) <i>Personal Geodatabase</i> ®: .....	9
2.3.2) <i>File Geodatabase</i> ®:.....	9
2.3.4) <i>ArcSDE Geodatabase</i> ®: .....	9
2.4) Geoprocessamento: .....	9
2.5) <i>Query</i> :.....	10
2.6) <i>Spatial Query</i> :.....	10
3) PRINCIPAIS ASPECTOS DO CONTROLO DE PRAGAS .....	10
3.1) Definição: .....	10
3.2) Importância/Principais Elementos: .....	11
3.2.1) Análise do Contexto:.....	11

3.2.2)	3.2.3)	3.2.4)	CAPÍTULO II	1)	1.1)	1.2)	1.3)	1.4)	1.4.1)	1.4.2)	1.4.3)	1.5)	1.6)	1.6.1)	1.6.2)	2)	2.1)	2.2)	2.3)	2.4)	2.5)	2.6)	2.6.1)	2.6.2)	2.6.3)			
Selecção Da Área De Estudo:	Análise Do Problema Das Pragas:	Determinação de Objectivos:	.....	METODOLOGIA GERAL DA APLICAÇÃO DOS SIG NO CONTROLO DE PRAGAS	Recolha e Tratamento dos Dados:	Escolha do Modelo SIG:	Introdução dos Dados em Ambiente SIG:	Processamento dos Dados:	Geoprocessamento:	Query:	Spatial Query:	Mapeamento dos Resultados:	Apresentação e Análise dos Resultados:	Análise Quantitativa:	Análise Qualitativa:	APLICAÇÃO PRÁTICA DOS SIG NO CONTROLO DE PRAGAS	Identificação Da Praga Em Estudo:	Identificação e Caracterização da Área de Estudo:	Culturas Afectadas:	Definição de Objectivos:	Armadilhas e Atraentes Utilizados:	MODELO SIG	Geodatabase®:	Modelo de Dados Utilizado:	Tabelas:			
.....	.....	.....	13	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

2.6.4) Recolha, Tratamento e Introdução de Dados: .....	23
2.7) Apresentação e Análises Gerais Dos Resultados: .....	24
2.7.1) Barsona: .....	24
2.7.2) Monte Negro: .....	25
CONCLUSÃO/RECOMENDAÇÕES .....	27
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS: .....	28
ANEXOS .....	29

## ÍNDICE DE FIGURAS:

Figura 1: Modelo Vectorial (Fonte: ESRI, 2008).....	6
Figura 2: Modelo Raster (Fonte: ESRI, 2008) .....	7
Figura 3: Dados Alfanuméricos (Fonte: ESRI, 2008).....	7
Figura 4: Aparelho de GPS (Fonte: IAEA, 2006) .....	8
Figura 5: Aplicações do Geoprocessamento .....	15
Figura 6: Mapeamento da Quantidade de Moscas por Armadilha (Fonte: IAEA, 2006) .....	16
Figura 7: <i>Bactrocera invadens</i> (Fonte: Baldé, 2011).....	18
Figura 8: Enquadramento Geográfico de Barsona.....	19
Figura 9: Enquadramento Geográfico de Monte Negro.....	19
Figura 10: Estragos em Mangas (Fonte: Baldé, 2011).....	20
Figura 11: Estragos em Bananas (Fonte: Baldé, 2011).....	20
Figura 12: Armadilha Convencional (Fonte: Baldé, 2011).....	21
Figura 13: Garrafa Mosqueiro (Fonte: Baldé, 2011) .....	21
Figura 14: Armadilha ABT (Fonte: Baldé, 2011).....	21

## ÍNDICE DE GRÁFICOS:

Gráfico 1: Cruzamento dos Dados das Capturas em Barsona (Fonte: Tabela 1) .....	24
Gráfico 2: Cruzamento dos Dados das Capturas em Monte Negro (Fonte: Tabela 2) .....	25

## ÍNDICE DE TABELAS:

Tabela 1: Dados Alfanuméricos de Barsona (Fonte: Baldé, 2011) .....	22
Tabela 2: Dados Alfanuméricos de Monte Negro (Fonte: Baldé, 2011) .....	23
Tabela 3: Dados Brutos das Capturas (Fonte: Baldé, 2011) .....	30
Tabela 4: Dados Tratados sobre as Capturas (Fonte: Tabela 3) .....	30

## **1) INTRODUÇÃO:**

O século XXI é conhecido por ser o século da informação. As sociedades giram cada vez mais à volta do conhecimento, que é procurado diariamente, conhecimento em todas as áreas do saber. No entanto essa busca pela informação, essa necessidade de conhecer os fenómenos, sobretudo espaciais, compreender o seu comportamento, as suas relações e prevê-los está intrinsecamente ligada à história do ser humano. Nas épocas anteriores não havia meios técnicos adequados a essa busca, o que condicionava-a fortemente, limitando-a a alguns sectores da sociedade mais avançados. Mas com o desenvolvimento das novas tecnologias houve uma democratização da procura pela informação, e qualquer pessoa pode ser capaz de obter as respostas que deseje.

Nessa perspectiva os Sistemas de Informação Geográfica constituem um factor de importância vital. A sua capacidade de conhecer, analisar e prever o comportamento dos fenómenos que ocorrem no espaço de um modo automatizado, para além de estarem ao alcance do público em geral tornam-no um elemento a considerar em várias actividades humanas e áreas do saber. Na época em que a informática ocupa um papel central na maioria das preocupações do Homem, os Sistemas de Informação Geográfica tem a sua maior oportunidade de ocupar um lugar de destaque nas sociedades com esses tipos de preocupação, sem contar com a sua capacidade de realizar análises sectoriais, importantes desde uma perspectiva local, e especialmente a sua capacidade de integrar essas análises sectoriais, apresentando resultados numa visão global, aumentando a eficácia e eficiência dos estudos.

## **2) PROBLEMATIZAÇÃO/JUSTIFICAÇÃO:**

Em Cabo Verde os Sistemas de Informação Geográfica começam a assumir papel de destaque no estudo de determinados fenómenos. Assim sendo, torna-se necessário o surgimento de contributos que permitam explorar o seu potencial, para que a médio e longo prazo constituam ferramentas indispensáveis na resolução dos problemas e aproveitamento das potencialidades que o país apresenta. Uma das áreas que constituem um grande desafio para Cabo Verde é o sector da produção alimentar, nomeadamente a agricultura e a fruticultura. Como se sabe Cabo Verde depende fortemente do exterior, na medida que importa maior quantidade e variedade de alimentos do que exporta.

Isso resulta de factores como o regime pluviométrico irregular do país, a pouca disponibilidade de recursos hídricos ao longo do ano, devido à exploração excessiva e pouca recarga dos aquíferos, a deficiente captação e conservação das águas pluviais, a técnicas pouco eficazes e por vezes rudimentares de exploração da terra, a pouca disponibilidade de terras aráveis, a existência e influências negativas de pragas, que afectam tanto a agricultura quanto a fruticultura, entre outros.

Nessa perspectiva surge a necessidade de contornar as diversas condicionantes à produção, mitigando o mais possível os seus efeitos negativos, aproveitando também ao máximo as potencialidades existentes. Um dos elementos que podem ser abordados de maneira eficaz é a questão das pragas. Sabe-se que existem, as suas origens, os seus efeitos, as medidas mais eficazes no seu combate, mas torna-se necessário ter um sistema de gestão adequado que permita maior celeridade e eficácia no seu combate, minimizando assim um dos entraves à produção alimentar. Aí entram os Sistemas de Informação Geográfica, pois uma vez que as pragas são fenómenos que ocorrem no espaço, os SIG apresentam ferramentas que permitem estudá-los de maneira mais aprofundada, e através do seu controlo adequado dar resposta aos diversos problemas que apresentam. Uma vez que existe uma multiplicidade de pragas, com origens, comportamentos e medidas de combate diferenciados, é preciso fazer uma gestão integrada, que englobe várias entidades, como particulares, associações, câmaras, ministérios, etc., para que os SIG sejam verdadeiramente aproveitados, e o seu contributo seja real, com a informação e formação das pessoas no domínio dos SIG, e a mobilização dos recursos necessários, quer sejam humanos, técnicos, quanto económico-financeiros.

### **3) OBJECTIVOS:**

#### **3.1) GERAL:**

O objectivo principal que norteou esse trabalho foi o de demonstrar a aplicabilidade dos Sistemas de Informação Geográfica no Controlo de Pragas. Para tal, foi necessário fazer a conjugação dos principais elementos dos SIG com os princípios básicos do Controlo de Pragas.

#### **3.2) ESPECÍFICOS:**

Para poder-se atingir o objectivo geral a que se propôs, foi preciso decompô-lo em objectivos específicos, que quando atingidos de forma parcial e conjugados entre si, permitiriam atingir a finalidade global desse trabalho.

- Fazer uma abordagem teórica dos SIG (conceitos e evolução);
- Demonstrar a importância da aplicação dos SIG no Controlo de Pragas;
- Entender as principais ferramentas SIG;
- Conhecer os princípios, conceitos e importância do Controlo de Pragas;
- Estabelecer uma metodologia geral e teórica da aplicação dos SIG no Controlo de Pragas;
- Apresentar uma análise prática de um caso em concreto (Zonas de Santa Cruz).

### **4) METODOLOGIA:**

A elaboração desse trabalho passou numa primeira fase por uma análise bibliográfica, com o intuito de conhecer melhor o que significam os SIG, assim como a sua evolução, quer em termos de conceito, quer em termos de potencialidades. Foram analisadas ainda questões como o que constitui o Controlo de Pragas, como e porque os SIG podem ser utilizados para torná-lo mais eficaz. Com uma base bibliográfica adequada, foram recolhidos dados de estudos feitos em anos anteriores que visavam o Controlo de Pragas, e com os conhecimentos pré-adquiridos sobre o funcionamento e as potencialidades dos SIG, foram realizadas as operações necessárias, e procedeu-se a análise dos resultados obtidos.

## CAPÍTULO I

### 1) ENQUADRAMENTO TEÓRICO:

Foram várias as transformações passadas pelos Sistemas de Informação Geográfica desde a sua origem, e como tal tiveram várias definições, de acordo com a visão de cada autor, e das capacidades e potencialidades que apresentavam em cada época. Os Sistemas de Informação Geográfica, ou simplesmente SIG, são plataformas de hardware e software que apresentam grande capacidade de armazenamento, e que organizam a informação em camadas, seja ela espacial e/ou alfanumérica (Cunha, 2009). Para ESRI (1998), citado por Rocha (2010), os SIG constituem “um conjunto organizado de hardware e software, dados geográficos e pessoal, destinados a eficientemente obter, armazenar, actualizar, manipular, analisar e exibir as formas de informação geograficamente referenciadas”.

Surgida a partir da década de 50, os SIG foram evoluindo paralelamente ao desenvolvimento dos hardwares e softwares. Nas primeiras décadas esses elementos tiveram pouca evolução qualitativa e quantitativa, e como tal, os SIG tiveram também um fraco desenvolvimento. Mas com a sua melhoria progressiva e a difusão dos SIG a várias áreas, a década de 90 marcou a sua massificação e melhoria generalizada em termos de equipamentos e processamento de dados (Matos, 2001, citado por Cunha (2009)).

Do grande leque de ferramentas que oferecem, destaca-se a Análise Espacial. É um processo que permite, através da modelação da realidade, representando cada elemento real em diferentes modelos de dados (vectorial ou raster), e da utilização de diversas ferramentas e operações, entender e prever as relações espaciais que ocorrem entre os fenómenos (ESRI, 2008). Essa técnica pode ser utilizada para obter novas informações baseadas em certos inputs, encontrar locais mais adequados para determinadas actividades, determinar o melhor caminho entre dois pontos, entre outros.

A modelação da realidade, obtida através da Análise Espacial, pode ser feita de duas formas. Podemos ter uma modelação a duas dimensões, isto é, representar os fenómenos através da sua geometria básica (largura e comprimento). Essa vertente funciona sobretudo em análises que preocupam-se com a localização e distribuição dos fenómenos no espaço. Mas pode-se também fazer uma modelação mais próxima da realidade, nomeadamente representar os fenómenos reais tendo em conta não só a sua largura e comprimento, mas também a sua altura (3D). Esse tipo de análise é mais completo, uma vez que existe uma maior

aproximação à realidade, o que torna as análises mais eficazes e facilita a implementação das medidas.

Devido às suas características, ferramentas e operações, os SIG podem ser aplicados em áreas do saber e actividades humanas que tenham como objecto de estudo qualquer fenómeno que ocorra no espaço. Seriam incluídos a Agricultura, os Transportes, a Gestão de Recursos Naturais, o Ordenamento do Território, a Gestão dos Riscos Naturais, entre outros. Desses sectores destaca-se o Controlo de Pragas. Uma vez que o Controlo de Pragas, sobretudo no sector agrícola e frutícola, lida com informação espacial, como a distribuição de pragas, a localização das áreas afectadas, os fluxos e os padrões espaciais das infestações, etc., encontra nos SIG uma poderosa ferramenta de apoio às suas actividades.

Em várias regiões do mundo tem sido utilizado ferramentas dos SIG no Controlo de Pragas. O Serviço de Saúde Pública e Ambiente do Condado de Harris (Texas, EUA) utiliza os SIG no Controlo do Mosquito desde 2002 na sua Divisão de Controlo de Mosquitos (Hailey, 2005), através da vigilância e amostragem de dados sobre os mosquitos, utilizando os SIG e o GPS, e a integração de informação espacial e temporal, o que permite a elaboração de mapas que serão utilizadas pelas autoridades para tomada de decisões, estando inclusive à disposição do público.

Ainda o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, assim como o Serviço de Inspeção de Saúde Animal e Vegetal desse mesmo país têm utilizado ferramentas dos SIG na realização das suas actividades, cruzando camadas de informações para combater pragas como besouros asiáticos invasores (Stretch, 2008). Na região dos Grandes Lagos na África Central, foram aplicadas ferramentas dos SIG como a *Geostatistic* para interpolar a extensão do vírus *BANANA XANTHOMAS WILT (BXW)* que afectava, como o nome indica, culturas de banana, muito importantes na região (Bouwmeester, et al., 2008). Depois de uma invasão de formigas-de-fogo vermelhas na Nova Zelândia em 2001, originárias da América do Sul, o Ministério da Agricultura desse país desenvolveu um programa utilizando os SIG para fazer a monitorização e dar respostas a toda e qualquer praga ameaçando os recursos do país (Richardson, 2009).

## 2) ELEMENTOS BÁSICOS DOS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

### 2.1) Modelos de Dados:

A realidade é modelada num ambiente SIG, existindo uma variedade de modelos, com características diferenciadas, vantagens e desvantagens, sendo que cada modelo é mais apropriado para representar cada tipo de fenómeno real. Existem 2 principais tipos de modelos de dados, nomeadamente o modelo vectorial e o modelo matricial ou raster (ESRI, 2002).

#### 2.1.1) Modelo Vectorial:

O modelo vectorial faz a representação dos fenómenos geográficos reais através de pontos, linhas e polígonos, de acordo com a sua geometria. Um ponto é constituído por um par de coordenadas geográficas (x,y) e usualmente representa elementos com área, comprimento, e largura pouco expressivas, como árvores, postes de luz, sinais de trânsito. Uma linha é constituída por um conjunto de pares de coordenadas geográficas (x,y) em que o par inicial e o par final nunca se encontram. Representa elementos que possuam comprimento, mas não área e largura, ou que esses não forem considerados, como estradas, linhas de água e rede eléctrica. Já polígonos são pares de coordenadas em que o primeiro par e o último são coincidentes, representando objectos fechados com largura, comprimento e área, como campos de cultivo, lotes de terreno e divisões administrativas. Por vezes aos pares de coordenadas geográficas (x,y) acrescenta-se o valor de altitude (z).

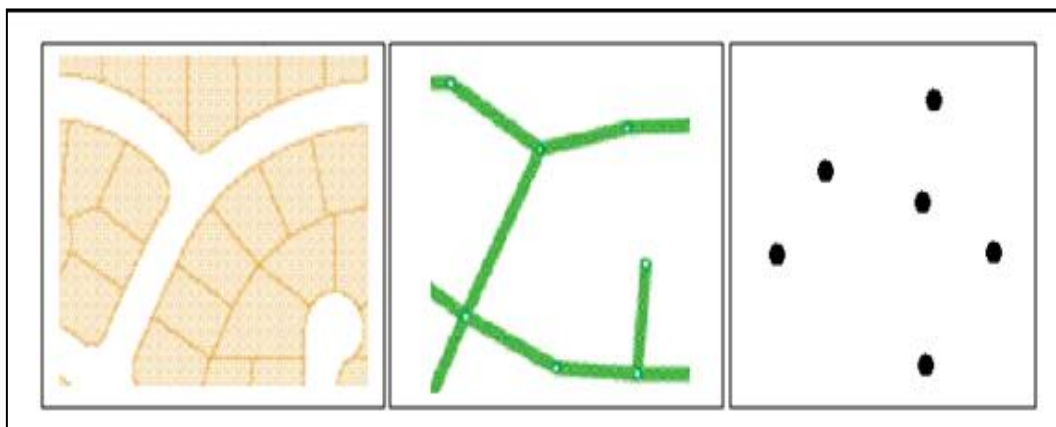


Figura 1: Modelo Vectorial (Fonte: ESRI, 2008)

### 2.1.2) Modelo Matricial:

No Modelo Matricial ou Raster os fenômenos geográficos reais são representados através de células (pixéis) agrupadas em grelhas regulares, constituindo superfícies contínuas, em que a informação referente às coordenadas geográficas (x,y,z) é embutida nessas células.

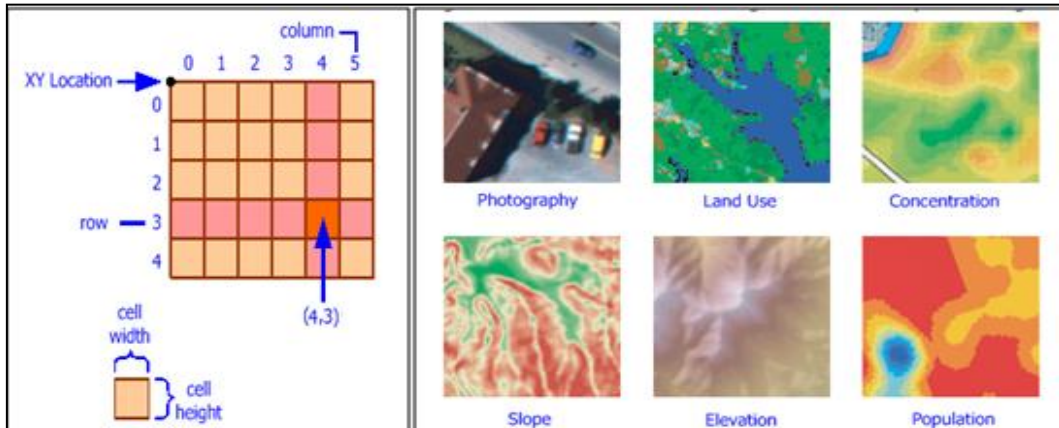


Figura 2: Modelo Raster (Fonte: ESRI, 2008)

### 2.1.3) Dados Alfanuméricos:

O Modelo Vectorial tem associado a si dados alfanuméricos, também denominados atributos, que são armazenados em tabelas. Esses dados constituem todas as características de cada elemento espacial, e são necessários para entender melhor esses mesmos elementos.

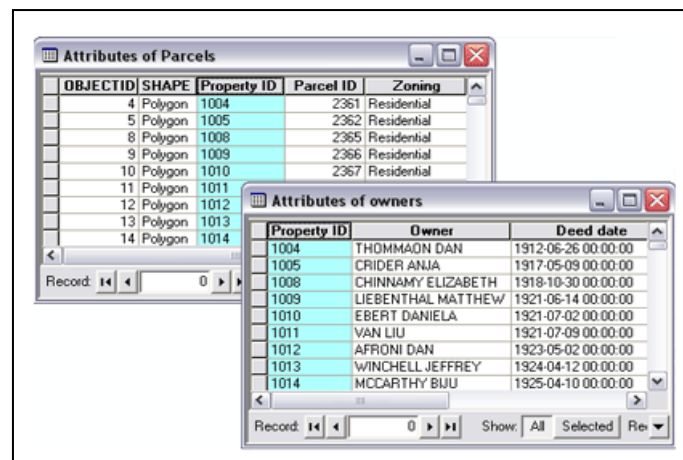


Figura 3: Dados Alfanuméricos (Fonte: ESRI, 2008)

## 2.2) Utilização de GPS:

O *Global Positioning System* (Sistema de Posicionamento Global) teve uma evolução progressivamente maior nas últimas décadas do século XX. A primeira utilização de satélites para determinar o posicionamento foi feita com o lançamento do satélite russo *Sputnik* em 1957, seguido no ano imediato pelo lançamento do satélite *Vanguard* pelos Estados Unidos da América, o que levou ao desenvolvimento do sistema *Navstar* (*Navigation Satellite with Timing and Ranging*).

No ano de 1967, 9 anos depois, deu-se início à disponibilidade desses sistemas para acesso público, com o lançamento do sistema de nome *Navy Navigation Satellite System* (NNSS), conhecido também por *Transit*. O ano de 1973 foi o ano em que o *GPS* começou a ser efectivamente desenvolvido, pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América. No entanto foi apenas em 1991 que esse sistema entrou em operação, estando concluída em 1993, com os 24 satélites utilizados (Bernardi & Landim, 2002).

A sua utilização é de extrema importância, uma vez que permite registar as coordenadas geográficas de qualquer fenómeno físico com uma margem de erro baixa (máximo de 5 metros), tornando mais eficaz qualquer aplicação dos Sistemas de Informação Geográfica.



Figura 4: Aparelho de GPS (Fonte: IAEA, 2006)

### **2.3) Bases de Dados Geográficas:**

Uma Base de Dados Geográfica, adiante designada *Geodatabase*<sup>®</sup>, é uma colecção de dados geográficos de vários tipos (raster, vectorial, tabelas) usada pelo software ArcGIS<sup>®</sup> e gerida tanto numa pasta como numa base de dados relacional. Caracteriza-se por ser um ficheiro central de armazenamento e processamento de informação espacial e dados alfanuméricos (ESRI, 2008).

#### **2.3.1) *Personal Geodatabase*<sup>®</sup>:**

Constitui uma *Geodatabase*<sup>®</sup> mais simples, sendo armazenada em ficheiros do Microsoft<sup>®</sup> Access<sup>®</sup>. Apresenta uma capacidade limitada, máximo de 2 gigabytes, sendo apenas possível a sua utilização no Sistema Operativo Windows. Possui poucas potencialidades, suportando apenas um editor e poucos leitores.

#### **2.3.2) *File Geodatabase*<sup>®</sup>:**

A *File Geodatabase*<sup>®</sup> situa-se num nível intermédio. Armazenada numa pasta, ela tem uma maior capacidade, podendo chegar a 1 terabyte. Comparativamente à *Personal Geodatabase*<sup>®</sup>, suporta também 1 editor e poucos leitores, mas pode ser lida em qualquer Sistema Operativo, aumentando a sua versatilidade, para além de apresentar mais funcionalidades.

#### **2.3.4) *ArcSDE Geodatabase*<sup>®</sup>:**

De nível superior, constitui uma Base de Dados Relacional Multiusuários, permite o acesso a informação geoespacial em bases de dados avançadas, utiliza linguagem informática complexa, possui maior eficácia em todas as operações realizáveis em *Geodatabases*<sup>®</sup>, pode ser acedida e modificada por várias pessoas em simultâneo, podendo ser utilizada em pequenas redes de utilizadores ou até mesmo grandes empresas.

### **2.4) Geoprocessamento:**

Existem inúmeras ferramentas de Geoprocessamento, que permitem o processamento de informação espacial. Qualquer fenómeno que ocorra no espaço pode ser estudado através da aplicação do Geoprocessamento, pois esse processo permite estabelecer relações espaciais, como unir duas áreas adjacentes, determinar uma zona à volta de um certo objecto, sobrepor

duas ou mais áreas coincidentes, entre outros. Caracteriza-se por permitir estabelecer parâmetros espaciais utilizados para realizar uma Análise Espacial eficaz.

### **2.5) Query:**

A análise da informação alfanumérica é deveras importante, pois todo o fenómeno espacial apresenta associado a ele informação não espacial, nomeadamente informação qualitativa, quantitativa e temporal. Os SIG permitem aceder essa informação, tendo em conta determinados critérios, em que num conjunto grande de dados pode-se obter informação necessária ao estudo de modo rápido e eficaz. É possível também o cruzamento de várias informações, obtendo resultados mais complexos e adequados a cada situação. Essa ferramenta é aplicada através da introdução de certos critérios nas tabelas, que baseado nelas apresenta de modo isolado a informação que se pretenda obter.

### **2.6) Spatial Query:**

Os fenómenos geográficos apresentam relações entre si, e essas relações constituem o foco da ferramenta *Spatial Query*. Com o nome indica, é uma espécie de *Query*, mas em vez de processar informação alfanumérica, processa informação espacial, determinando nomeadamente relações de proximidade, sobreposição, etc., entre os fenómenos que aborda. Permite responder questões como “que elementos estão perto de outros?”, “quais os elementos contidos numa certa área?”, ou que “elementos em x sobrepõem-se a elementos em y?”.

## **3) PRINCIPAIS ASPECTOS DO CONTROLO DE PRAGAS**

### **3.1) Definição:**

Existem diversas definições do que constitui o Controlo de Pragas, existindo no entanto vários elementos similares. Uma das definições mais completas é a da FAO, citada por Daxl *et al.* (1994)

“Controlo Integrado de Pragas constitui um sistema de gestão de pragas que, no contexto dos elementos ambientais associados e a dinâmica populacional das espécies de pragas, utiliza todas as técnicas adequadas e métodos de um modo o mais compatível possível e mantêm as populações de pragas em níveis inferiores aos que causam perdas ou danos economicamente inaceitáveis.” (FAO, 1994)

O Controlo de Pragas, qualquer que seja a definição seguida, conjuga elementos como aplicação de medidas biológicas e químicas, e a monitorização das pragas, com objectivo de minimizar os seus impactos negativos nas actividades de produção primária de alimentos.

### **3.2) Importância/Principais Elementos:**

Um dos principais sectores de actividade humana é o sector agrícola. A produção directa de bens alimentares é essencial para a vida, para além de constituir uma importante actividade económica. No entanto essa produção enfrenta vários problemas, entre as quais destacam-se as pragas. Assim sendo, tudo o que permite minimizar as problemáticas que esse sector enfrenta detém uma importância vital. Mas para efectuar um controlo de pragas eficaz, é necessário seguir um conjunto de procedimentos organizados que podem dividir-se em quatro fases (Daxl, *et al*, 1994):

- Análise do Contexto (Causas e Efeitos);
- Selecção da Área de Estudo;
- Análise do Problema de Pragas;
- Definição dos Objectivos.

#### **3.2.1) Análise do Contexto:**

A necessidade do controlo de pragas surge da presença de pragas numa determinada área agrícola e/ou frutícola. Essa presença poderá ter grandes impactos negativos ou, ser for mínima, apresentar pequenos impactos, mas num e noutra caso é preciso que se faça um estudo adequado da situação, conhecer os comportamentos das pragas, os tipos de cultura sob risco, as características físicas e biológicas da área sob risco, o tipo de actividade humana, e numa visão mais global, os impactos ambientais e socioeconómicos potenciais e reais. É uma fase preparatória, pois permite fazer uma análise global e não sectorial, e assim facilitar aspectos como a alocação de recursos, a definição de metodologias de actuação, entre outros.

#### **3.2.2) Selecção Da Área De Estudo:**

A selecção da área de estudo depende dos recursos humanos, técnicos e financeiros disponíveis. Há que ter em conta que seria pouco eficaz e demasiado moroso que se optasse por uma área de grande dimensão como unidade básica de estudo, até porque as pragas

distribuem-se heterogeneamente pelo espaço, e a conjugação de factores humanos e naturais propícios ao seu desenvolvimento variam de lugar para lugar.

A área de estudo pode se entendida de duas formas. Por um lado pode-se optar por estudar uma certa área, quer por conhecimentos prévios da existência de pragas nessa área, quer numa perspectiva de se saber se existem ou não pragas nessa área, e qual o seu comportamento de uma forma geral. Nesse caso os limites são bem estabelecidos, tornando o processo de colocação das armadilhas e recolha dos dados mais fácil, pois conhece-se a extensão total e todas as características da área. Mas existem casos em que esses limites não são bem delineadas, o que acontece quando estuda-se uma praga em particular ou um conjunto de pragas, procurando-se saber qual a sua área de influência, que pode ser pequena ou grande. Nesse caso é mais difícil aplicar todos os procedimentos, e serão precisos mais recursos humanos, materiais e financeiros, sem contar com a questão temporal. Assim sendo, é mais aconselhável dividir o território em áreas de dimensão menor, e realizar estudos em cada área conforme a disponibilidade de todos os recursos necessários.

### **3.2.3) Análise Do Problema Das Pragas:**

Se numa primeira fase aborda-se a questão das pragas de modo geral, debruçando-se especialmente sobre os seus potenciais impactos ambientais e socioeconómicos, nessa fase o nível de detalhe será maior, onde se farão estudos particulares e concretos, de modo a reunir informação sobre as pragas, como a espécie, a origem, a quantidade de espécimes, os processos de propagação, o ciclo de vida, o seu regime alimentar, a posição no ecossistema, entre outras informações relevantes.

### **3.2.4) Determinação de Objectivos:**

De um modo geral, todo o processo de Controlo de Pragas tem como objectivo reunir as condições necessárias para minimizar o impacto das pragas. Mas esses objectivos podem ser subdivididos em 2 principais, numa perspectiva temporal, de acordo com as características e impactos das pragas em estudo.

- Curto Prazo

A curto prazo a principal preocupação é de desenvolver medidas de combate imediatos que permitam, se não a erradicação das pragas, pelo menos a diminuição do seu número a um nível que não constitua risco para as culturas. Nessa fase usam-se medidas sobretudo de exterminação, com usos de pesticidas e outros tipos de materiais.

- Longo Prazo

Uma vez que as pragas apresentam uma dimensão espacial e temporal relevante, é preciso que se tome medidas a longo prazo, que permitam a existência de soluções mais duráveis e eficazes. Para além das medidas práticas de Controlo de Pragas, utilizadas sobretudo a curto prazo, é ainda necessário montar um Sistema de Monitorização que proverá as informações requeridas para poderem ser apropriadamente aplicadas todas as medidas necessárias. O objectivo a longo prazo é de obter, através da reunião e análise de dados agrónomos, económicos e de infestação em períodos prolongados, como o número de campos monitorizados e sua sequência cronológica, a densidade de observações por unidade de área, qualidade e quantidade dos dados, uma base de dados confiável, a partir da qual as estratégias de protecção serão elaboradas e ajustadas (Daxl, *et al*, 1994).

Numa primeira fase o Controlo de Pragas requer a recolha de toda a informação disponível sobre as pragas. Assim sendo, faz-se uma recolha prévia de espécimes das pragas em estudo, com a finalidade de, a partir de uma amostra, poder-se fazer estudos sobre o comportamento das pragas. Nessa fase estarão disponíveis informações relevantes, como por exemplo o tipo de praga, o seu ciclo de vida, as culturas que afectam, a sua área de influência, etc. Para essa recolha, são utilizadas armadilhas. As armadilhas terão características próprias para cada tipo de praga. Não só serão utilizadas armadilhas, mas com o intuito de aumentar a sua eficácia, deverão ser também utilizados atraentes, que variam desde alimentos a substâncias químicas que têm efeito sobre as pragas. A eficácia quer das armadilhas quer dos atraentes aumentará ou diminuirá o grau de sucesso do processo de Controlo de Pragas.

## **CAPÍTULO II**

### **1) METODOLOGIA GERAL DA APLICAÇÃO DOS SIG NO CONTROLO DE PRAGAS**

#### **1.1) Recolha e Tratamento dos Dados:**

No Controlo de Pragas, sabendo que serão utilizadas armadilhas para captura de espécimes, com objectivo de ter uma amostra, o que permite extrapolar o comportamento geral, é importante a recolha dos dados de modo sistemático, num período temporal adequado,

aumentando assim a eficácia do estudo (IAEA, 2006). Essa recolha poderá ser diária ou semanal, estendendo-se ao longo do ano de acordo com os objectivos e disponibilidade de recursos humanos, técnicos e financeiros. Ela deverá seguir certos parâmetros ou critérios, concretamente deverão ser registadas adequadamente as informações correspondentes, como o número de armadilha, a quantidade de espécimes capturadas, o dia da semana ou semana do mês, o tipo de armadilha e atraente utilizado, entre outros. Essa recolha poderá ser registada em formato analógico, desde que bem organizada, a seguir passar para formato digital, por exemplo em folha de cálculo do Excel<sup>®</sup>, sofrendo demais tratamento que diminuirá ou eliminará a margem de erro, para só depois introduzi-las num ambiente SIG. Esse processo depende dos recursos humanos, financeiros e técnicos. Se houver pouca disponibilidade desses recursos, e os dados não forem em quantidade elevada, seria o mais adequado. Mas em caso da disponibilidade de vários recursos, essa recolha poderia ser feita com aparelhos electrónicos, como aparelhos de GPS e PDA que permitiriam a passagem instantânea dos dados para formato digital, poupando assim tempo e recursos.

### **1.2) Escolha do Modelo SIG:**

Os SIG só serão capazes de dar resposta às questões que são colocados, através das suas variadas ferramentas e operações, se forem utilizados eficazmente. Essa eficácia requer o conhecimento aprofundado dessas mesmas ferramentas e operações, e também do modo que o processo de Controlo de Pragas funciona. Por isso, é preciso estabelecer certos parâmetros, que servirão de suporte ao Controlo de Pragas:

- *Geodatabase*<sup>®</sup>;
- Modelos de dados;
- Tabelas;
- Ferramentas/Operações.

### **1.3) Introdução dos Dados em Ambiente SIG:**

Como já referido anteriormente, antes da introdução dos dados alfanuméricos em ambiente SIG, é necessário que sejam adequadamente recolhidos, registados e tratados, porque, uma vez que constituem os inputs para o processamento SIG, a sua margem de erro afectará o resultado final. Deverão passar por um tratamento o mais detalhado e correcto possível, diminuindo a quantidade de dados desagregados e/ou dispersos, aumentando a sua qualidade. Uma vez essa fase ultrapassada, poderão ser introduzidos em ambiente SIG, nomeadamente em tabelas associadas aos fenómenos espaciais, que poderão ser a área de estudo, quando o

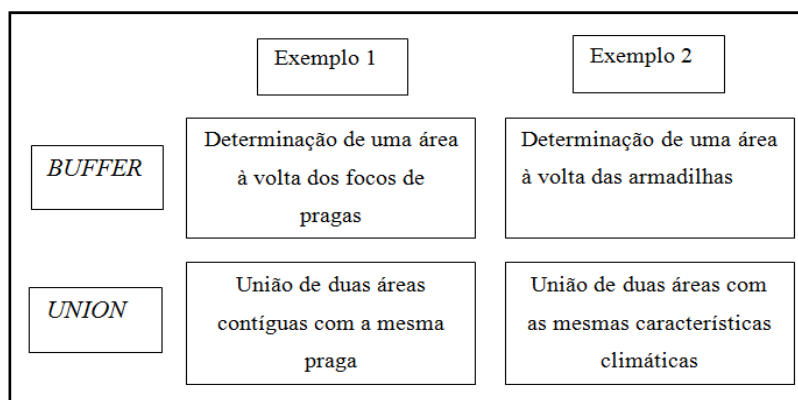
foco é saber o comportamento das pragas numa área bem definida, ou a localização das armadilhas, quando o foco é saber como se distribuem no espaço as pragas.

#### 1.4) **Processamento dos Dados:**

O processamento de dados consiste na execução de um conjunto de ferramentas que permitem transformar dados alfanuméricos e/ou espaciais em informação aproveitável. Como tal, depende do tipo de inputs disponíveis, e das ferramentas utilizadas. A opção por cada tipo de ferramenta depende das suas características específicas e dos objectivos propostos. A conjugação eficaz desses factores produzirá informação adequada, respondendo às questões colocadas.

##### 1.4.1) **Geoprocessamento:**

As várias ferramentas do Geoprocessamento podem ser utilizadas no Controlo de Pragas, uma vez que processam informações espaciais. Cada uma apresenta uma característica que o torna mais ou menos adequada para a obtenção de determinada informação.



**Figura 5: Aplicações do Geoprocessamento**

##### 1.4.2) *Query*:

Numa primeira fase os dados estão inseridas em linhas e colunas das respectivas tabelas, e principalmente no caso de grande quantidade de dados, ainda não são capazes de fornecer informação concreta que permita compreender a situação real das pragas. Ao se utilizar a ferramenta *Query* é possível obter informação efectiva. De acordo com a informação que se pretenda obter, serão introduzidas fórmulas com os respectivos critérios, obtendo assim informação utilizável ao processar-se dados brutos agrupados. Essas fórmulas podem ter

como objectivo a obtenção de informação simples, como a quantidade total de espécimes capturadas num mês, mas a ferramenta *Query* permite também o cruzamento de informações, como por exemplo permite saber qual o tipo de atraente que capturou menos espécimes num mês em concreto num determinado ano (4 tipos de informações).

### 1.4.3) *Spatial Query*:

Quando existam elementos em ficheiros vectoriais relativos ao Controlo de Pragas pode-se utilizar essa ferramenta para estabelecer relações espaciais entre elas. Esses elementos são variados, e podem ser linhas de água, estradas, portos ou aeroportos, campos de cultivo, armadilhas, etc. Todos esses elementos estão localizados no espaço, e apresentam algum tipo de importância no Controlo de Pragas, e ao estabelecer relações espaciais entre elas pode-se determinar como essas relações influenciam positivamente ou negativamente os padrões de localização e extensão das pragas, facilitando a aplicação de medidas adequadas.

### 1.5) Mapeamento dos Resultados:

O mapeamento dos resultados é feito quando a informação localiza-se em pontos específicos no espaço. Ela depende do tipo de estudos que realizou-se e dos objectivos propostos. Ao espacializar-se a informação quantitativa e/ou qualitativa, permite-se a visualização directa dos padrões de comportamento existentes, o que melhoraria a qualidade das análises a ser feita, diminuindo o tempo das análises e aumentando a sua eficácia.

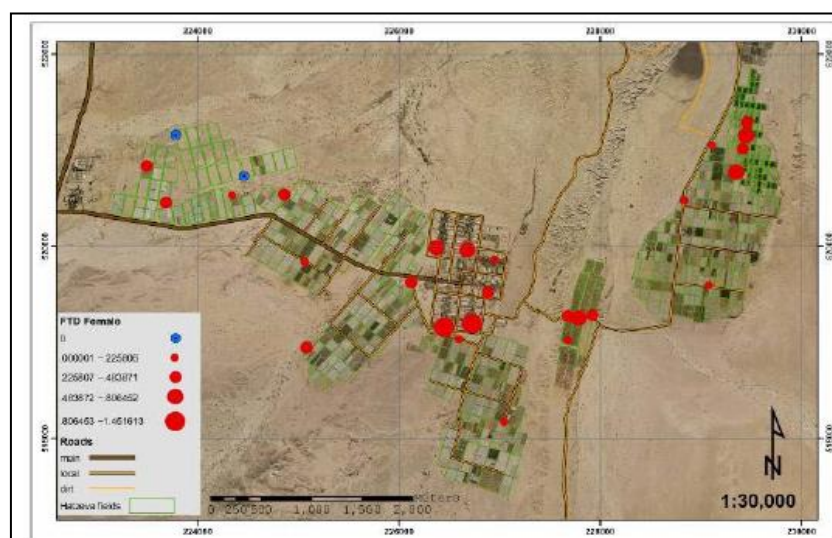


Figura 6: Mapeamento da Quantidade de Moscas por Armadilha (Fonte: IAEA, 2006)

## **1.6) Apresentação e Análise dos Resultados:**

A temática do Controlo de Pragas dá azo a várias análises, umas isoladas e outras numa perspectiva de complementaridade. Elas devem ser consideradas, e aplicadas conforme a sua capacidade de dar respostas satisfatórias, que permitam a aplicação eficaz das medidas necessárias.

### **1.6.1) Análise Quantitativa:**

Numa óptica puramente estatística, aborda os dados medindo-os e fazendo a sua comparação. Aspectos como a quantidade de espécimes capturados, em termos totais e parciais, a quantidade de culturas afectadas e sob risco, entre outros, são os mais considerados. É uma análise pouco eficaz, sobretudo de inventariação, e falta-lhe a capacidade de explicar melhor as razões por detrás do comportamento dos dados estudados.

### **1.6.2) Análise Qualitativa:**

A Análise Qualitativa está directamente ligada à Análise Quantitativa. No entanto, tem como finalidade a interpretação dos dados quantitativos à luz de aspectos qualitativos, que variam entre o mês das capturas, o tipo de armadilha, o tipo de atraente, o tipo de culturas, aspectos climáticos com a temperatura e a humidade, ou físicos, como a altitude e/ou a localização. Também a questão temporal é relevante nesse tipo de análise. Todos esses factores têm o seu papel no entendimento da proliferação das pragas, e devem ser considerados em conjunto.

## **2) APLICAÇÃO PRÁTICA DOS SIG NO CONTROLO DE PRAGAS**

### **2.1) Identificação Da Praga Em Estudo:**

A praga estudada em particular foi a mosca-da-fruta, nomeadamente a espécie *Bactrocera invadens*. De acordo com Baldé (2011) a *Bactrocera invadens* é uma espécie invasora em Cabo Verde, de origem asiática. Foi detectada em Santiago em 2007, espalhando-se posteriormente para as ilhas de Santo Antão, Fogo e Brava, desconhecendo-se o ponto de entrada específico. Pelas trocas comerciais que o país tem com os seus vizinhos da costa ocidental da África, suspeita-se que tenham sido a sua origem, pois existem casos confirmados em Guiné-Bissau, Senegal e outros (desde 2004).

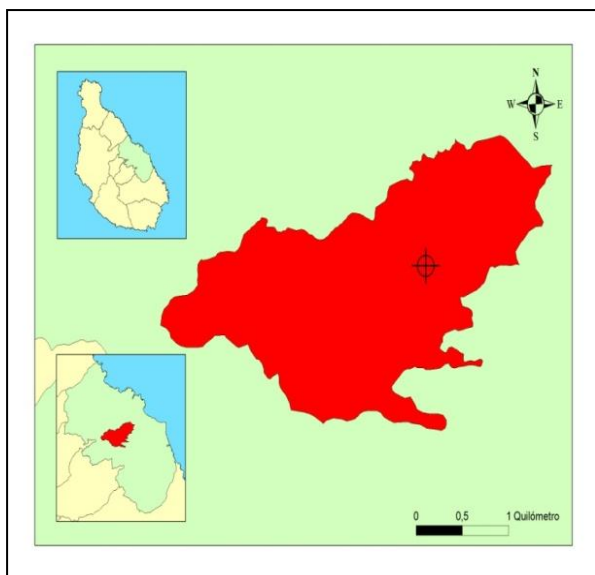


**Figura 7: *Bactrocera invadens* (Fonte: Baldé, 2011)**

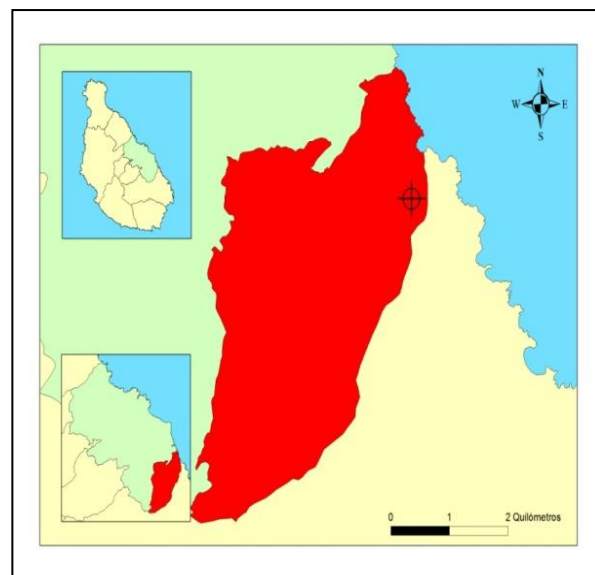
## **2.2) Identificação e Caracterização da Área de Estudo:**

O concelho de Santa Cruz está localizado na parte oriental da ilha de Santiago, e tem como fronteiras 5 concelhos, os concelhos de São Miguel, Santa Catarina, São Salvador do Mundo, São Lourenço dos Órgãos e São Domingos, servindo como pano de fundo para esse estudo. A sua população é de 26.609 habitantes, tendo uma taxa média de crescimento anual de 0,5% (população de 25.206 habitantes em 2000). Em termos de género 48,3% da população é masculina (12.855 habitantes) e 51,7% feminina (13.754 habitantes). Dessa população a maioria vive na parte rural do concelho, totalizando 64,9% da população, com valores absolutos de 17.624 habitantes. Apenas 35,1% (9.345 habitantes) vive no meio urbano. Pode-se concluir desses dados que a maioria da população concentra-se em actividades económicas do sector primário, como a agricultura e a pecuária (Fonte: Recenseamento Geral da População e Habitação, 2010)

Em termos concretos, são duas as áreas de estudo. Uma é a zona de Barsona, localizada na parte oeste da localidade de Chã de Silva, que por sua vez situa-se na parte central do concelho, e a outra é a zona de Monte Negro, localizada na parte nordeste da localidade do mesmo nome, que por sua vez situa-se na região sudeste do concelho de Santa Cruz, próxima à fronteira com o concelho de São Domingos. São ambas zonas eminentemente rurais, com predominância de actividades económicas primárias, como a agricultura e a pecuária, elevada dispersão de pessoas e habitações, e nível de escolaridade baixa no geral.



**Figura 8: Enquadramento Geográfico de Barsona**



**Figura 9: Enquadramento Geográfico de Monte Negro**

### 2.3) Culturas Afectadas:

A *Bactrocera invadens*, quando adulta, é encontrada maioritariamente em culturas de banana (Monte Negro) e culturas de manga (Barsona). Uma vez que a cultura de manga termina o seu ciclo em 6 meses, durante o resto do ano a *Bactrocera invadens* concentra-se mais nas culturas de banana, que duram todo o ano. Como as culturas de banana concentram-se em áreas mais baixas, ao contrário das culturas da manga (em terras mais altas), isto explica a presença dessa espécie em ambas as culturas, ou seja, tem preferência pela cultura da manga, mas a baixa altitude em que encontram-se a cultura das bananas facilita o seu acesso, e aumentam a sua concentração nessas culturas quando o ciclo das mangas termina. Também foram registados infestações em cajueiros, goiabeiras e pinheiro, distribuindo-se nos vários concelhos. Nos outros países onde existe provoca grandes estragos, tanto nas culturas acima referidas, como em outras, como laranjeiras, pepinos, abobrinhas, melões e melancias (Baldé, 2011).



**Figura 10: Estragos em Mangas (Fonte: Baldé, 2011)**



**Figura 11: Estragos em Bananas (Fonte: Baldé, 2011)**

#### **2.4) Definição de Objectivos:**

De um modo geral, os objectivos foram a obtenção de dados sobre as variáveis abaixo indicadas, sendo os mesmos para ambas as áreas de estudo, e a elas soma-se a comparação da eficácia de 2 tipos de atraentes (Creolax/Bicresol e Hidrolisado de Proteína) em Monte Negro (entre Agosto e Setembro de 2009). Esses dados fariam parte de uma base de dados, o que permite obter uma variedade de informações, onde destacam-se:

- Total Mensal de Espécimes Capturadas;
- Evolução Mensal/Anual do Total de Espécimes Capturadas;
- Total Mensal de Espécimes Capturadas por Armadilha;
- Evolução Mensal/Anual do Total de Espécimes Capturas por Armadilha;
- Total Mensal de Espécimes Capturadas por Atraente;
- Evolução Mensal/Anual do Total de Espécimes Capturadas por Atraente.

#### **2.5) Armadilhas e Atraentes Utilizados:**

Tendo como fim a captura de espécimes para análise da sua evolução temporal, foram utilizadas três tipos de armadilhas, mais concretamente garrafas mosquiteiro da CeraTrap® - BioIbérica, Alfesene BactroTraplax® (ABT, embalagens de óleo comestível de 5 litros) e as armadilhas convencionais. No que toca aos atraentes utilizados, foram escolhidos 3 tipos: Hidrolisado de Proteína, Creolax (Fenol + Cresol) e Bicresol (subproduto do Creolax). Essa

variedade deveu-se à disponibilidade limitada de cada elemento, e a testes de comparação de eficácia (entre armadilhas e atraentes).



**Figura 12: Armadilha Convencional (Fonte: Baldé, 2011)**



**Figura 13: Garrafa Mosqueiro (Fonte: Baldé, 2011)**



**Figura 14: Armadilha ABT (Fonte: Baldé, 2011)**

Tanto nas armadilhas convencionais quanto nas armadilhas do tipo ABT foi adicionado o atraente líquido Creolax (diluídos 20cc em 500ml de água). Já as garrafas mosqueiro vinham pré-preparadas, com concentrado de Hidrolisado de Proteína (600ml), estando então prontas para serem colocadas sobre as árvores fruteiras.

Para aumentar a eficácia das recolhas foram utilizadas cerca de 10 armadilhas por campo, estando distanciadas em cerca de 50 metros entre sí, numa altura de 1.80m nas bananeiras, na zona de Monte Negro, e 1.60m nas mangueiras na zona de Barsona (Baldé, 2011).

## 2.6) MODELO SIG

### 2.6.1) *Geodatabase*®:

Para esse estudo em particular foi optado pela *Geodatabase*® do tipo File *Geodatabase*®. Isso deveu-se às suas características, que foram consideradas como sendo as mais adequadas em comparação aos demais tipos de *Geodatabase*®. Chegou-se a essa conclusão fazendo-se uma análise ao tamanho dos ficheiros utilizados, ao número de editores e utilizadores e ao tipo de ferramentas e operações aplicados, bem como o seu nível de complexidade.

### 2.6.2) Modelo de Dados Utilizado:

Optou-se pelo Modelo Vectorial, pois seria feita apenas a representação da dimensão e localização das áreas de estudo, e do seu enquadramento geográfico, não havendo a necessidade de representar outros elementos, para além da necessidade de introduzir dados alfanuméricos associados às recolhas feitas em cada armadilha, afecta às respectivas zonas.

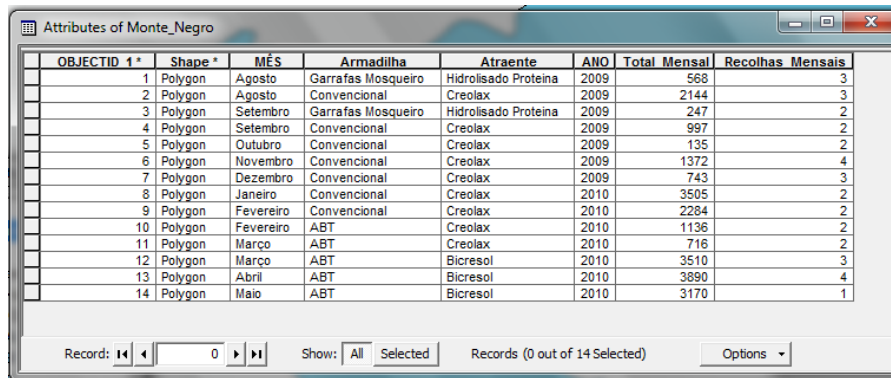
### 2.6.3) Tabelas:

Como referido anteriormente, as tabelas são ficheiros associados ao modelo vectorial, e foram utilizadas para ser introduzidas os dados recolhidos e tratados, a fim de realizar as análises pretendidas.

**Tabela 1: Dados Alfanuméricos de Barsona (Fonte: Baldé, 2011)**

OBJECTID	Shape	MÉS	Armadilha	Atraente	ANO	Total Moscas	Recolhas
1	Polygon	Agosto	Convencional	Creolax	2009	3389	4
2	Polygon	Setembro	Convencional	Creolax	2009	867	2
3	Polygon	Outubro	Convencional	Creolax	2009	37	2
4	Polygon	Novembro	Convencional	Creolax	2009	82	5
5	Polygon	Dezembro	Convencional	Creolax	2009	21	2
6	Polygon	Janeiro	Convencional	Creolax	2010	88	2
7	Polygon	Fevereiro	Convencional	Creolax	2010	207	2
8	Polygon	Fevereiro	ABT	Creolax	2010	129	2
9	Polygon	Marco	ABT	Creolax	2010	242	2
10	Polygon	Marco	ABT	Bicresol	2010	801	2
11	Polygon	Abril	ABT	Bicresol	2010	1505	4
12	Polygon	Mai	ABT	Bicresol	2010	2202	1

**Tabela 2: Dados Alfanuméricos de Monte Negro (Fonte Baldé, 2011)**



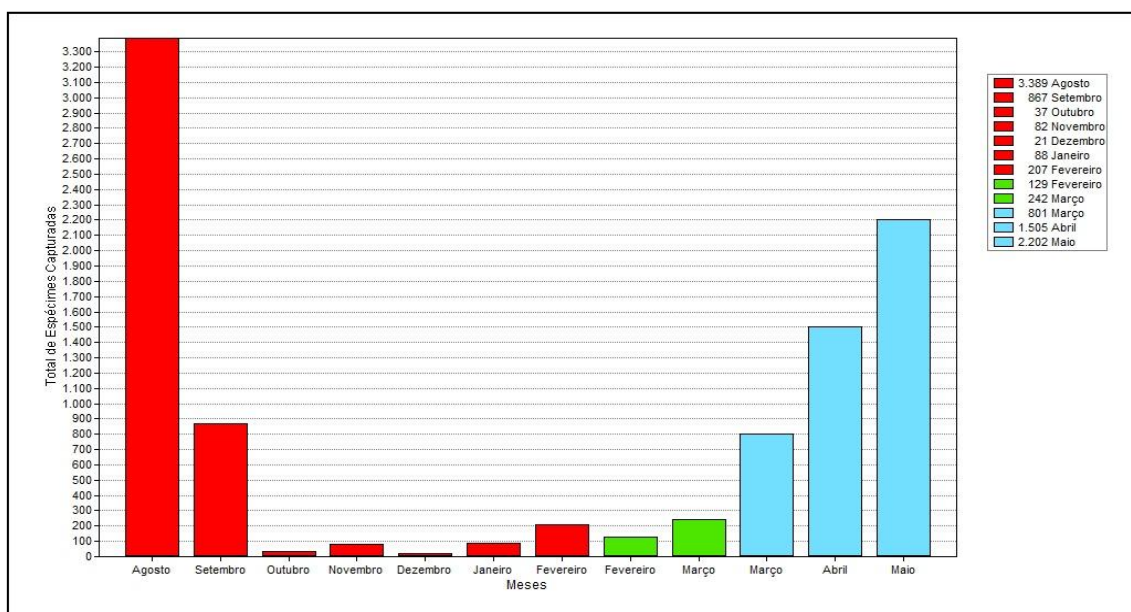
OBJECTID	Shape	MÊS	Armadilha	Atrainte	ANO	Total Mensal	Recolhas Mensais
1	Polygon	Agosto	Garrafas Mosqueiro	Hidrolisado Proteina	2009	568	3
2	Polygon	Agosto	Convencional	Creolax	2009	2144	3
3	Polygon	Setembro	Garrafas Mosqueiro	Hidrolisado Proteina	2009	247	2
4	Polygon	Setembro	Convencional	Creolax	2009	997	2
5	Polygon	Outubro	Convencional	Creolax	2009	135	2
6	Polygon	Novembro	Convencional	Creolax	2009	1372	4
7	Polygon	Dezembro	Convencional	Creolax	2009	743	3
8	Polygon	Janeiro	Convencional	Creolax	2010	3505	2
9	Polygon	Fevereiro	Convencional	Creolax	2010	2284	2
10	Polygon	Fevereiro	ABT	Creolax	2010	1136	2
11	Polygon	Março	ABT	Creolax	2010	716	2
12	Polygon	Março	ABT	Bicresol	2010	3510	3
13	Polygon	Abril	ABT	Bicresol	2010	3890	4
14	Polygon	Maió	ABT	Bicresol	2010	3170	1

#### 2.6.4) Recolha, Tratamento e Introdução de Dados:

Os dados, inputs para esse estudo, foram recolhidas de forma semanal, de acordo com o número de armadilhas disponíveis em cada época. O número de recolhas variou de mês para mês, havendo meses em que todas as semanas havia recolhas, e noutros meses em apenas uma ou duas semanas foram feitas essas recolhas. Essa variação dependeu do número de espécimes capturadas, ou seja, nos meses em que maior quantidade de espécimes foram capturadas, foram feitas mais recolhas, mas em meses em que a quantidade era menor, faziam-se menos recolhas. Não se pode esquecer também de outros factores, nomeadamente o furto ou danificação de armadilhas, o que diminuiu o número de recolhas em alguns casos. Numa primeira fase, as recolhas foram registadas em formato analógico (papel), seguindo critérios como tipo de armadilha, tipo de atraente, número de armadilha, mês e ano da recolha, etc. A seguir foram passadas para formato digital, em folhas de cálculo do Excel®. Por questões de eficácia, quando tem-se como objectivo a sua introdução em ambiente SIG, foram sujeitas a novo tratamento, como por exemplo a formatação dos dados, com a introdução de uma estrutura mais adequada, em termos de colunas e linhas. Foram calculados os totais de cada variável, para diminuir a quantidade de dados disponíveis, o que permite a eliminação da margem de erro. Posteriormente a todo esse processo, foram introduzidos os dados respeitantes às recolhas, como a quantidade por mês, tipo de armadilha e de atraente.

## 2.7) Apresentação e Análises Gerais Dos Resultados:

### 2.7.1) Barsona:



**Gráfico 1: Cruzamento dos Dados das Capturas em Barsona<sup>1</sup> (Fonte: Tabela 1)**

Nos primeiros 6 meses foram utilizados somente armadilhas convencionais, nas quais foram colocadas atraentes do tipo Creolax. De acordo com Gráfico 1, o mês de Agosto, o primeiro mês em estudo, apresentou um valor acentuado, resultado das 4 recolhas semanais efectuadas (3389 moscas). Nos 2 meses seguintes, Setembro e Outubro, diminuiu a quantidade de espécimes capturados. No mês de Setembro, nas duas recolhas os valores tiveram uma quebra à volta de 75% em relação ao mês anterior, sendo que em Outubro os resultados foram pouco significativos (37 moscas em duas recolhas). Nos últimos dois meses do ano, houve também pouca expressão, com 82 espécimes em Novembro (5 recolhas) e somente 21 em Dezembro (duas recolhas). No início de 2010 os valores mantiveram-se baixos, com 88 espécimes nas duas recolhas de Janeiro. Nos 3 meses seguintes houve mudanças na combinação armadilha/atraente. Nas primeiras duas recolhas de Fevereiro foram utilizadas armadilhas convencionais e Creolax (336 moscas capturadas) e nas demais duas recolhas armadilhas ABT e Creolax (129 espécimes capturados). No mês de Março foi empregada essa última combinação nas duas primeiras recolhas, obtendo-se 242 espécimes, sendo que nas duas

<sup>1</sup> Legenda: Vermelho (armadilha convencional/Creolax), Verde (ABT/Creolax), Azul (ABT/Bicresol)

últimas recolhas do mês (801 moscas) foi substituída pela combinação armadilha ABT/Bicresol. Os dois últimos meses de 2010 revelaram os maiores valores desse ano, com 1505 espécimes capturados em Abril, e em apenas uma recolha, 2202 espécimes em Maio (combinação armadilha ABT/atraente Bicresol em ambos os meses).

## 2.7.2) Monte Negro:

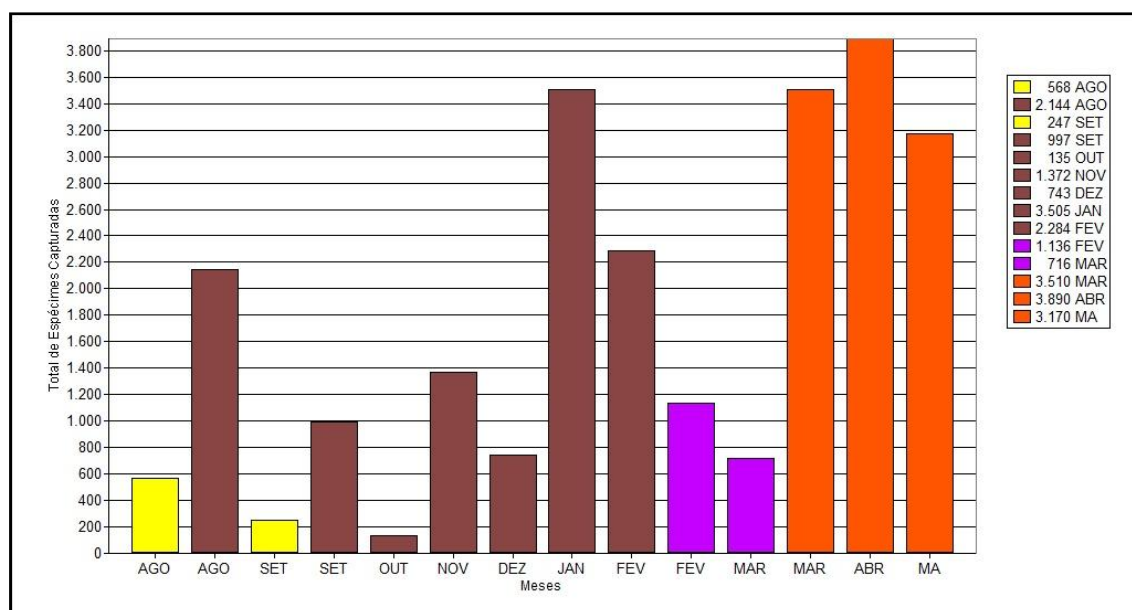


Gráfico 2: Cruzamento dos Dados das Capturas em Monte Negro<sup>2</sup> (Fonte: Tabela 2)

Em Monte Negro considerou-se também como objectivo a comparação entre a quantidade de moscas capturadas na combinação garrafas mosqueiro/hidrolisado de proteína e na combinação armadilhas convencionais/Creolax. Assim sendo, o gráfico revelou que a segunda combinação foi a mais eficaz, uma vez que em Agosto foram capturadas 568 moscas (3 recolhas) e em Setembro 247 (duas recolhas), utilizando a combinação garrafas mosqueiro/hidrolisado de proteína e com a combinação armadilhas convencionais/Creolax foram capturados 2144 (3 recolhas em Agosto) e 997 (duas recolhas em Setembro) espécimes, resultados claramente superiores.

De modo geral os resultados do mês de Agosto foram de 2712 enquanto os de Setembro foram de 997 moscas capturadas, em 4 recolhas. Finda essa fase, continuou-se a utilizar a

<sup>2</sup> Legenda: Amarelo (Garrafa Mosqueiro/Hidrolisado de Proteína), Castanho (Armadilha Convencional/Creolax), Violeta (ABT/Creolax), Laranja (ABT/Bicresol)

combinação armadilha convencional/Creolax. Em Outubro houve uma grande quebra (135 moscas nas duas recolhas) mas no mês seguinte, Novembro, os resultados escalaram, para 1372 moscas registadas em 4 recolhas e ainda que em Dezembro tenham caído para quase metade (753 em 3 recolhas) no início de 2010 os valores tiveram uma grande subida. Janeiro assinalou a ultrapassagem das 3500 moscas capturadas, maior valor até então (3505). Fevereiro marcou a mudança para uma nova combinação (ABT/Creolax) com resultados de 3420 moscas, divididas por duas recolhas feitas nas duas combinações utilizadas no mês (armadilha convencional/Creolax com 2284 e ABT/Creolax com 1136). Março também teve duas combinações, armadilha convencional/Creolax (duas recolhas e 716 moscas) e ABT/Creolax (3 recolhas e 3510 moscas). A soma das duas combinações tornaram Março o mês com os maiores valores (4226). Em Abril houve uma quebra ligeira (3890), com 4 recolhas na combinação ABT/Bicresol, e no último mês, Maio, apesar de ter sido feita apenas uma recolha, o resultado foi grande, com 3170 espécimes capturadas.

## CONCLUSÃO/RECOMENDAÇÕES

Durante o período em que decorreu o curso foram abordados conceitos, ferramentas e aplicações dos Sistemas de Informação Geográfica, numa perspectiva sobretudo teórica. O surgimento da oportunidade de aplicação desses conhecimentos de forma prática foi algo bem recebido, pois sentia-se necessidade de explorar as potencialidades que os SIG apresentam no mundo real. As paredes da universidade muitas vezes são limitadoras, quando não deveriam nem existir, e portanto para além do que é aprendido dentro delas, deveria haver mais contacto com o mundo real, realizando trocas regulares de conhecimento e experiência.

A realização do estágio, na parte final do curso, revelou-se ser esse elemento que faltava, pois proporcionou não só a aplicação dos conhecimentos pré-adquiridos, mas também o desenvolvimento de novas competências. Em vez de ser reservado para a parte final do curso, como já referido, deveria ser realizado mais vezes, numa óptica de proporcionar aos estudantes a noção de quais as necessidades reais, e de quais os caminho que eles deveriam seguir. Poderia ser caracterizado como uma integração progressiva.

A “Aplicação dos Sistemas de Informação Geográfica no Controlo de Pragas”, título do presente trabalho, surgiu após o contacto com estudos efectuados no INIDA, local onde o estágio realizou-se. Verificou-se que eram feitos estudos sectoriais dos aspectos climáticos, físicos e biológicos, mas que faltava em parte uma perspectiva geográfica, o que foi ensinado durante o curso. Assim, foi aplicado o que já se sabia ao que aprendeu-se, saindo a ganhar quer o estudante quer as instituições e demais pessoas envolvidas. O presente estudo poderia ser mais completo se pudesse basear-se em dados que tivessem sido recolhidos tendo em conta uma visão geográfica, o que levaria à obtenção de resultados mais eficazes, mas serviu mesmo assim como o indicador de um caminho que pudesse ser seguido em termos futuros.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

Baldé, A. (2011). *A Contribuição para a Monitorização da Mosca-da-Fruta (Bactrocera invadens) na Ilha de Santiago, Cabo Verde*. Dissertação de Mestrado, Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa.

Bernardi, J. V., & Landim, P. M. (2002). *Aplicação do Sistema de Posicionamento Global (GPS) na Coleta de Dados*. Obtido em 22 de Dezembro de 2011, de <http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/textodi.html>

Bouwmeester, H., Abele, S., Manyong, V. M., Legg, C., Mwangi, M., Nakato, V., et al. (2008). *The Potential Benefits of GIS Techniques in Disease and Pest Control: An Example Based on a Regional Project in Central Africa*. Apresentação.

Cunha, S. M. (2009). *O SIG ao Serviço do Ordenamento do Território: Modelo de Implementação*. Dissertação de Mestrado, Universidade do Porto, Faculdade de Letras.

Daxl, R., Kayserlingk, N. v., Klein-Kloch, C., Link, R., & Waibel, H. (1994). *Integrated Pest Management: Guidelines*. República Federal da Alemanha: GTZ.

ESRI. (2008). ArcGIS Desktop Help.

ESRI. (2002). *Getting Started with ArcGIS*.

Hailey, C. (2005). *GIS for Integrated Pest Management*. Apresentação.

IAEA. (2006). *Designing and Implementing a Geographical Information System: A Guide for Managers of Area-wide Pest Management Programmes*. Manual, Viena.

Richardson, K. (2009). GIS Battles Exotic Pests: GIS-Based Incursion Monitoring System Protects New Zealand's Native Resources. (ESRI, Ed.) *GIS for Agribusiness* , pp. 6-7.

Rocha, R. L. (2010). *Aplicação dos Sistemas de Informação Geográfica em Estudos de Caracterização Biofísica da Ilha de Santo Antão em Cabo Verde*. Dissertação de Mestrado, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real.

Stretch, L. (2008). USDA APHIS Uses GIS Web Technology for Plant Protection Program. (ESRI, Ed.) *GIS for Agribusiness* , pp. 1-3.

Recenseamento Geral da População e Habitação, 2010

# ANEXOS

# ANEXO I

**Tabela 3: Dados Brutos das Capturas (Fonte: Baldé, 2011)**

Meses	Concelho	Localidade	Nº armadilha	Total moscas capturadas	Tipo de armadilha	Tipo de atraente	Cultura	Ano
Agosto	Santa Cruz	Monte Negro	1	22	Garrafas mosquero	Hidrolizado proteina	Bananeira	2009
Agosto	Santa Cruz	Monte Negro	2	59	Garrafas mosquero	Hidrolizado proteina	Bananeira	2009
Agosto	Santa Cruz	Monte Negro	3	20	Garrafas mosquero	Hidrolizado proteina	Bananeira	2009
Agosto	Santa Cruz	Monte Negro	4	10	Garrafas mosquero	Hidrolizado proteina	Bananeira	2009
Agosto	Santa Cruz	Monte Negro	5	9	Garrafas mosquero	Hidrolizado proteina	Bananeira	2009
Agosto	Santa Cruz	Monte Negro	1	91	Armadilha convencional	Creolax	Bananeira	2009
Agosto	Santa Cruz	Monte Negro	2	266	Armadilha convencional	Creolax	Bananeira	2009
Agosto	Santa Cruz	Monte Negro	3	97	Armadilha convencional	Creolax	Bananeira	2009
Agosto	Santa Cruz	Monte Negro	4	34	Armadilha convencional	Creolax	Bananeira	2009
Agosto	Santa Cruz	Monte Negro	5	60	Armadilha convencional	Creolax	Bananeira	2009
Agosto	Santa Cruz	Barsona	1	110	Armadilha convencional	Creolax	Mangueira	2009
Agosto	Santa Cruz	Barsona	2	281	Armadilha convencional	Creolax	Mangueira	2009
Agosto	Santa Cruz	Barsona	3	249	Armadilha convencional	Creolax	Mangueira	2009
Agosto	Santa Cruz	Barsona	1	223	Armadilha convencional	Creolax	Mangueira	2009
Agosto	Santa Cruz	Barsona	2	364	Armadilha convencional	Creolax	Mangueira	2009
Agosto	Santa Cruz	Barsona	3	386	Armadilha convencional	Creolax	Mangueira	2009
Agosto	Santa Cruz	Barsona	1	250	Armadilha convencional	Creolax	Mangueira	2009
Agosto	Santa Cruz	Barsona	2	290	Armadilha convencional	Creolax	Mangueira	2009
Agosto	Santa Cruz	Barsona	3	231	Armadilha convencional	Creolax	Mangueira	2009
Agosto	Santa Cruz	Monte Negro	1	47	Garrafas mosquero	Hidrolizado proteina	Bananeira	2009
Agosto	Santa Cruz	Monte Negro	2	100	Garrafas mosquero	Hidrolizado proteina	Bananeira	2009

**Tabela 4: Dados Tratados sobre as Capturas (Fonte: Tabela 3)**

Mês	Tipo de armadilha	Tipo de atraente	Cultura	Ano
<b>AGOSTO</b>				
110	Armadilha convencional	Creolax		2009
281	Armadilha convencional	Creolax		2009
249	Armadilha convencional	Creolax		2009
223	Armadilha convencional	Creolax		2009
364	Armadilha convencional	Creolax		2009
386	Armadilha convencional	Creolax		2009
250	Armadilha convencional	Creolax		2009
290	Armadilha convencional	Creolax		2009
231	Armadilha convencional	Creolax		2009
2384				
296	Armadilha convencional	Creolax		2009
389	Armadilha convencional	Creolax		2009
320	Armadilha convencional	Creolax		2009
1005				3389
<b>OUTUBRO</b>				
4	Armadilha convencional	Creolax		2009
2	Armadilha convencional	Creolax		2009
26	Armadilha convencional	Creolax		2009
2	Armadilha convencional	Creolax		2009
<b>SETEMBRO</b>				
257	Armadilha convencional	Creolax		2
263	Armadilha convencional	Creolax		2
235	Armadilha convencional	Creolax		2
755				
2	Armadilha convencional	Creolax		2
110	Armadilha convencional	Creolax		2
0	Armadilha convencional	Creolax		2
112				
<b>NOVEMBRO</b>				
7	Armadilha convencional	Creolax		2
1	Armadilha convencional	Creolax		2
2	Armadilha convencional	Creolax		2
5	Armadilha convencional	Creolax		2
15				
9	Armadilha convencional	Creolax		2
2	Armadilha convencional	Creolax		2
2	Armadilha convencional	Creolax		2
4	Armadilha convencional	Creolax		2
17				