



**UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA**  
**LÁZARO SANTIN**

**SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS**  
**PARA BOMBEIROS**

**Florianópolis**

**2007**

**LÁZARO SANTIN**

**SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS  
PARA BOMBEIROS**

Monografia apresentada ao Centro de Estudos Superior do  
Centro de Ensino Bombeiro Militar, como parte dos  
requisitos para aprovação no Curso de Especialização em  
Gestão de Segurança de Serviços de Bombeiros

Ms. João Ricardo Busi da Silva  
Ten Cel PM ORIENTADOR

**Florianópolis**

**2007**

**LÁZARO SANTIN**

**SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS  
PARA BOMBEIROS**

Esta monografia foi julgada adequada à obtenção do título de Especialista Lato Sensu em Gestão para Serviços de Bombeiros realizado na Universidade do Sul de Santa Catarina.

Florianópolis, 22 de outubro de 2007.

---

Professor e orientador João Ricardo Busi da Silva, MSc.  
Universidade do Sul de Santa Catarina

---

Prof. Luiz Haroldo de Mattos, Especialista  
Universidade do Sul de Santa Catarina

---

Prof. Marcos de Oliveira, MSc.  
Universidade do Sul de Santa Catarina

Dedico este estudo a todo aquele que percebe que o simples fazer, o simples labor do dia a dia não é suficiente para proporcionar aos homens a verdadeira felicidade. Mesmo correndo o risco de ser taxado de utópico, investe nas próprias idéias e em sua percepção individual.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço intensamente a força maior do universo a qual recorri em todos momentos de angústia e aflição durante toda minha vida.

Agradeço profundamente a minha esposa e companheira Giselly, pessoa que deu um norte verdadeiro a esta minha existência.

Agradeço a compreensão dos meus filhos Adônis, Nicolas, e Pedro, pela minha ausência em tantos momentos quando estava ao trabalho ou a estudo durante todo nosso tempo de convívio.

Agradeço ao Ten Cel João Ricardo Busi, por toda motivação durante os estudos e realização desta monografia.

Agradeço ao Ten Cel Luiz Haroldo pelas colocações objetivas a respeito das dificuldades que existem no estudo deste tema.

Agradeço ao Eng. MSc. Gabriel Vieira Ferrari, por todos os conhecimentos práticos e teóricos adquiridos ao longo de anos de estudo e dedicação, a nós repassados de forma tão aberta e clara.

“Eu prefiro sofrer com toda a má sorte de tempestades e dores, podendo aprender com cada um delas, a viver enclausurado em meio a sombras e escuridão” (LAKATUS).

## RESUMO

Sistemas de Informações Geográficas (GIS) para Bombeiros são sistemas computacionais concebidos sobre um banco de dados geográfico, de uma área definida em planta cadastral de uma cidade ou região metropolitana, onde estão identificados objetos geográficos incluindo nestes, ruas, bairros e edificações entre outros. O GIS tem função de capturar, analisar e manipular os dados e informações coletados e armazenados em um banco de dados corporativo, de cada um destes objetos geográficos, permitindo aos seus usuários a tomada de decisões mais adequada ante as circunstâncias no local de uma ocorrência de Bombeiros. Sendo, portanto, uma Ferramenta Computacional para tomada de decisões.

Palavras-chave: 1. Sistema de informações geográficas 2. Atividade operacional de bombeiros 3. Tomada de decisões

**LISTA DE ILUSTRAÇÕES**

Figura 1 Conversão para Escala.....	27
Figura 2 Base Gráfica Carta Urbana.....	31
Figura 3 Layers ou Camadas .....	37
Figura 4 Fluxo Dados GIS .....	38
Figura 5 GIS para Bombeiros Exemplo .....	59

## LISTA DE SIGLAS

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas  
ASU - Auto Socorro de Urgência Veículo de Bombeiro  
BD - Banco de Dados  
CBMSC - Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina  
CEEM - Curso de Comando e Estado Maior  
CCI - Centro de Comunicação e Informática  
CF - Constituição Federal Brasileira de 1988  
CIASC - Centro de Informática e Automação do Estado de Santa Catarina  
DiTI - Divisão de Tecnologia da Informação  
GIS - Sistema de Informações Geográficas  
INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
IPTU - Imposto Predial e Territorial Urbano  
IPUF - Instituto de Pesquisas Urbanas de Florianópolis  
MNT - Modelo Numérico de Terreno  
NSCI - Norma de Segurança Contra Incêndios  
PMF - Prefeitura Municipal de Florianópolis  
PMSC - Polícia Militar de Santa Catarina  
SAT - Setor de Atividade Técnica  
SGBD - Sistema Gerenciador de Banco de Dados  
SIG - Sistema de Informações Geográficas  
SL - Software Livre  
SUSP - Secretária de Urbanismo e Serviços Públicos  
WEB - Rede de Alcance Mundial
- CAD - Computer Aided Desing  
GML - Geography Markup Language  
JUMP - GIS Desktop que utilize linguagem Java (Java Unified Mapping Platform)  
OGC - Open Geoespatial Consortium  
SFS - Simple Features Specification  
WFS - Web Feature Service  
WMS - Web Map Service

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	12
1 JUSTIFICATIVA .....	13
1.2 PROBLEMA DE PESQUISA .....	14
1.3 HIPÓTESE .....	15
1.4 OBJETIVOS .....	16
<b>1.4.1 Objetivo Geral</b> .....	16
<b>1.4.2 Objetivos Específicos</b> .....	16
1.5 METODOLOGIA .....	17
<b>1.5.1 Abordagem e tipo de Estudo</b> .....	17
<b>1.5.2 Coleta de Dados</b> .....	18
<b>1.5.3 População Alvo</b> .....	18
<b>2 SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS</b> .....	20
2.1 CONCEITOS BÁSICOS .....	21
<b>2.1.1 Sistemas de Coordenadas</b> .....	22
<b>2.1.2 Histórico</b> .....	24
2.1.2.1 Histórico de Estudos do Autor .....	24
<b>2.1.3 Componentes</b> .....	25
<b>2.1.4 Áreas de Aplicação</b> .....	28
<b>2.1.5 As três visões de um GIS</b> .....	32
2.2 DADOS GEOGRÁFICOS .....	32
<b>2.2.1 Atributos</b> .....	33
<b>2.2.2 Qualidade</b> .....	34
2.3 BANCO DE DADOS GEOGRÁFICOS LIVRES .....	35
<b>2.3.1 Dados Espaciais</b> .....	36
<b>2.3.2 Tipos de Objetos Espaciais</b> .....	37
<b>2.3.3 Métodos para Aquisição por Sensoriamento Remoto</b> .....	38
2.4 MAPAS E CARTAS .....	39

2.5 O SUPORTE A TOMADA DE DECISÕES .....	40
<b>2.5.1 Uso de GIS no nível estratégico .....</b>	<b>41</b>
<b>2.5.2 Uso de GIS no nível gerencial .....</b>	<b>42</b>
<b>2.5.3 Uso de GIS no nível operacional .....</b>	<b>42</b>
<b>3 INSTITUIÇÃO DE BOMBEIRO MILITAR, SOB A ÓTICA LEGAL .....</b>	<b>44</b>
3.1 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS PELO CBM, BASEANDO-SE EM NORMAS LEGAIS.....	45
<b>3.1.1 Ciclo Operacional das atividades de Bombeiros .....</b>	<b>47</b>
3.1.1.1 Fase preventiva ou normativa .....	47
3.1.1.2 Fase passiva ou nominal .....	48
3.1.1.3 Fase ativa ou de combate .....	48
3.1.1.4 Fase investigativa ou pericial .....	49
3.2 ATIVIDADE PREVENTIVA NAS UNIDADES OPERACIONAIS .....	50
<b>4 FERRAMENTAS GIS .....</b>	<b>52</b>
4.1 SOFTWARE GIS LIVRE .....	52
4.2 SOFTWARE MAP SERVER- GIS SERVIDOR .....	53
4.3 SOFTWARE JUMP-GIS DESKTOP .....	55
4.4 SOFTWARE PROPRIETÁRIO GIS-DESKTOP .....	56
<b>5 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>58</b>
5.1 CONCLUSÃO .....	58
5.2 JUMP MAP SERVER MySQL NO CBMSC .....	59
5.3 RECOMENDAÇÕES GIS SERVIDOR PARA BOMBEIROS .....	60
5.4 RECOMENDAÇÕES DESKTOP PARA BOMBEIROS .....	62
5.5 OUTRAS RECOMENDAÇÕES A RESPEITO DE GIS .....	64
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>66</b>
<b>ANEXO A .....</b>	<b>69</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A aglomeração de pessoas nos centros urbanos trouxe como consequência a necessidade de organização das cidades, de forma a possibilitar a vida segura dos indivíduos em seus ambientes residenciais.

Os avanços econômicos e acesso da população aos bens de consumo e serviços tornaram as cidades deveras complexas em sua estrutura urbana. São redes de sistemas hidráulicos, redes sanitárias, redes de abastecimento de gás natural, redes elétricas, redes telefônicas, redes de internet etc. Todo este emaranhado de estruturas, está locada em vias urbanas cada vez mais densamente utilizados por um número cada vez maiores de pessoas que necessitam destes sistemas para tarefas de estudo, lazer ou trabalho, este último como fonte de subsistência.

Nesse contexto as atividades de Bombeiros, demandam com urgência de informações, do ambiente urbano, que possibilitem a sua organização, principalmente e tomada de decisões ante a situação de emergência.

No caso do Corpo de Bombeiros de Santa Catarina (CBMSC), muitas informações estão guardadas nos arquivos existentes, nas seções de análise e vistoria (SAT) e nas unidades operacionais. São utilizadas, para alertar os moradores dos perigos, devido alterações existentes nas edificações, com relação a incêndios e outros perigos correlacionados a estes. Servem para notificar as autoridades da necessidade intervenção, obrigando a regularização dos problemas existentes.

Percebe-se que atual sistema em funcionamento representa um grande avanço se comparado ao modelo existente nos anos setenta, em que a atividade de bombeiro era baseada no atendimento de ocorrências, em sua grande maioria ocorrências de incêndio, não exercendo nenhuma interferência nas causas dos incêndios, tão somente preocupando-se em atendê-las, realizando treinamento com equipamentos, dentro de um modelo “que se tornou ineficiente para atendimento de situações que se apresentavam”.

Alguns incêndios históricos ocorridos no Brasil, entre os quais o incêndio no Edifício Joelma, em São Paulo, no ano 1974, deixou evidente a necessidade de ação pública, através dos Corpos de Bombeiros de todo país, no sentido de adequar a segurança das edificações, com a exigência dos edifícios serem construídos com equipamentos, sistemas de segurança contra

incêndios, capazes de garantir a fuga de pessoas, habitantes de um edifício. De forma segura, e que possibilitassem o início das atividades de combate, pelos próprios moradores, e outros instrumentos que reduzam a probabilidade de progressão de incêndios pela retirada dos ambientes internos de material combustível e propagantes ou por isolamento das unidades de um edifício.

Os Corpos de Bombeiros a partir deste momento histórico iniciam uma nova atividade, a Atividade Técnica ou Prevencionista, baseada em normas de segurança contra incêndios, amparadas em leis, que obrigam a execução destes sistemas e dão poderes legais para ações de Ordem Pública ao Corpo de Bombeiros.

A Atividade Técnica, principalmente no campo das vistorias de edificações, realiza a coleta de dados, de informações fundamentais ao atendimento de ocorrências. Esses dados são fundamentais para munir as guarnições de informações, e são capazes de nortear o atendimento de ocorrências, identificando situações de fragilidade e insegurança nos edifícios.

A Atividade Técnica, no campo das Análises de Projetos, podem levar até as ocorrências, dados dos projetos das edificações, e orientação geral especializada de engenharia de construção civil.

Neste cenário entende-se os estudos de Geoprocessamento uma como ferramenta de auxílio ao atendimento de ocorrências de bombeiros a qual torna-se altamente pródiga e oportuna, e por que não arriscar dizer, que chegam com algum atraso na atividade de Bombeiro.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

Em relação à originalidade da pesquisa, é ponto relevante ainda não ter sido feita pesquisa semelhante no CBMSC explorando os conhecimentos da área de geoprocessamento. A muitas razões que justificam a pesquisa, das quais poderíamos citar algumas, que entendemos ser de suma importância, porém a maior justificativa é sem dúvida podermos avaliar a possibilidade real do ingresso da tecnologia de Geoprocessamento através de sistemas computacionais no CBMSC.

O CBMSC buscava há muitos anos sua emancipação, a sua independência administrativa e financeira, que foi conquistada no ano de 2003. Incluso nesta está à responsabilidade de gerir nossos problemas, de buscar novas soluções, novos horizontes que quando pertencentes à Polícia Militar de Santa Catarina (PMSC), eram incorporados ao sistema de atendimento de chamadas da PMSC e nos entregues prontos. Sendo assim hoje não há mais possibilidade de justificativas, de que os sistemas de atendimento de ocorrências estão equivocados, de que não atendem nossa realidade, à hora é de pensar e de construir.

Os avanços tecnológicos no período de dez anos, quando de forma expressiva os conhecimentos do geoprocessamento começaram a ser difundidos, evoluíram muito tornando-se mais acessíveis tanto pelas tecnologias, quanto por seus custos.

Os municípios com plantas urbanas complexas, vislumbrando inúmeras possibilidades de gerenciamento urbano, verificaram a necessidade de realização de levantamentos cadastrais urbanos, através de Geoprocessamento. Os dados geoprocessados tornaram-se disponíveis, na grande maioria dos municípios catarinenses, eliminando o alto custo de investimento inicial, permitindo a utilização destes mapas cadastrais por várias áreas de conhecimento.

A era de Software Livre também contribui decisivamente para o avanço tecnológico neste campo, pois permite através destes sistemas a estruturação e manuseio de informações geoprocessadas sobre mapas com custos insignificantes quando comparados com período de tempo de dez anos atrás.

## 1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

Algumas informações são relevantes para preservação da segurança dos integrantes das guarnições de bombeiros, outras de suma importância para o não agravamento da ocorrência e outras tantas podem potencializar as equipes com melhor aproveitamento dos recursos humanos, materiais, e equipamento envolvidos no atendimento. Estas informações estão em sua

grande maioria guardadas nos arquivos existentes nas seções de análise e vistoria, que realizam as atividades técnica (SAT) nas unidades operacionais.

O Geoprocessamento como base das ferramentas de Sistemas Informações Geográficas (GIS) podem ser fundamentais as atividades de bombeiro municiando as guarnições no momento das ocorrências com informações das edificações ou do ambiente onde estão ocorrendo os sinistros.

A utilização de uma ferramenta de geoprocessamento baseada em um sistema computacional auxiliará as atividades executadas pelo Bombeiro no que se refere à localização de uma ocorrência, de um imóvel e recursos de apoio? Além destas questões as ferramentas de geoprocessamento poderão oferecer suporte ao planejamento das atividades de prevenção e combate a sinistros?

### 1.3 HIPÓTESE

Durante a elaboração do trabalho tentar-se-á responder aos questionamentos do problema através da seguinte hipótese:

- Sistema computacional baseado em ferramenta de geoprocessamento, para auxiliar as atividades executadas pelos Bombeiros Militares, no que se refere à localização de uma ocorrência, de um imóvel e recursos de apoio e deve ser concebida com base em um banco de Dados Corporativo (composto de informações obtidas em todas as fases do ciclo operacional da atividade de bombeiros) e em um Banco de Dados de informações Georeferenciadas (Mapas Urbanos).

### 1.4 OBJETIVOS

#### 1.4.1 Objetivo Geral

Estudar as aplicações do GIS no CBMSC e recomendar Banco de Dados e software para construção de GIS para Bombeiros.

#### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Abordar os conceitos, fundamentos e características do Geoprocessamento e dos Sistemas de Informações Geográficas, visando sua aplicabilidade em diversas áreas do conhecimento;
- Apresentar em fluxograma das rotinas do processo que compõe a fase preventiva do ciclo operacional da atividade de bombeiro de forma indicar o processo de alimentação do Banco de Dados Geográfico e Corporativo;
- Analisar a aplicabilidade e a operabilidade do geoprocessamento como ferramenta de apoio ao processo decisório que compõe a fase operativa do ciclo operacional da atividade de bombeiro;

### **1.5 METODOLOGIA**

A metodologia de pesquisa científica é um dos elementos constitutivos de um projeto de pesquisa. Por ser geralmente uma parte complexa ela deve merecer um maior cuidado por parte do pesquisador.

Para Vergara (1997) é importante à utilização de uma metodologia adequada, compreendendo métodos, técnicas e instrumentos utilizados nas etapas desenvolvidas durante o projeto para um alcance eficaz dos objetivos.

#### **1.5.1 Abordagem e tipo de Estudo**

Vergara (1997) propõe a categorização da pesquisa quanto aos fins e quanto aos meios. Quanto aos fins, essa pesquisa pode ser classificada como: qualitativa, exploratória, descritiva. Em relação à classificação quanto aos meios propõe-se: pesquisa documental.

Inicialmente pode-se classificar a pesquisa quanto aos fins. Caracteriza-se a pesquisa como exploratória, pois, segundo Vergara (1997), a investigação exploratória é realizada a fim de se acumular e sistematizar mais conhecimento sobre o assunto estudado. Esta pesquisa é de caráter exploratório devido à falta de conhecimento sistematizado do assunto, pelo fato de tornar-se um documento para possíveis estudos posteriores. “A pesquisa exploratória é para Martins (1994, p. 30) abordagem adotada para a busca de maiores informações sobre determinado assunto.”

E como característica “possui um planejamento flexível, e é indicada quando se tem pouco conhecimento do assunto. Tem a finalidade de formular problemas e hipóteses para estudos posteriores”.

Depois de concluída essa etapa, apresentar-se-á como pesquisa descritiva, a qual expõe características de determinado fenômeno (VERGARA, 1997).

“A pesquisa aplicada é fundamentalmente motivada pela necessidade de resolver problemas concretos” (VERGARA, 1997, p.45). Com isso, pode-se caracterizar a pesquisa como sendo teórica aplicada, pois agregará os conhecimentos teóricos no estudo de campo da pesquisa, a fim de solucionar o problema.

Outra classificação a ser utilizada é a pesquisa bibliográfica, que caracteriza-se pela utilização de materiais publicados, como livros, revistas ou meios eletrônicos, através de sua identificação, seleção e análise. Para Martins (1994, p.28) estudo bibliográfico “trata-se de estudo para conhecer as contribuições científicas sobre determinado assunto. Tem como objetivo recolher, selecionar, analisar e interpretar as contribuições teóricas já existentes sobre determinado assunto”.

Será realizada uma investigação documental, através da análise de informações existentes no CBMSC, na Prefeitura Municipal de Florianópolis (PMF), mais precisamente na Secretaria de Urbanismo e Obras (SUSP), no Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis (IPUF), no Centro de Comunicação e Informática (CCI) da Polícia Militar de Santa Catarina, e no

Centro de Informática e Automação do Estado de Santa Catarina. Essa investigação tem por característica ser a fonte de coleta de dados, restrita a documentos.

### **1.5.2 Coleta de Dados**

Serão coletados tanto os dados primários quanto os secundários. Os dados primários caracterizam-se por terem sido coletados pelo próprio pesquisador, enquanto os secundários estão relacionados com dados coletados em pesquisas já existentes (VERGARA, 1997).

### **1.5.3 População Alvo**

Entende-se por população alvo o conjunto de pessoas, de profissionais que queremos abranger em nosso estudo. São os elementos para os quais desejamos que as conclusões oriundas da pesquisa sejam válidas, e possam contribuir para desenvolvimento econômico, científico ou social, de forma direta ou indireta.

Público alvo deste estudo, todo o profissional de segurança contra incêndios e explosões, profissional que milita em atividade de gerenciamento urbano, perito de instituição pública ou privada, estudante e pesquisadores dos cursos de engenharia e arquitetura, sociedade em geral, e de foram muito direta Bombeiros Militares e Comunitários do CBMSC.

## **2 SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS**

Para CAMARA (1996), geoprocessamento referenciado é uma das mais novas áreas do conhecimento humano quando consideradas as ferramentas de tecnologias de informações e

pode ser aplicado em projetos de todas as áreas científica, utilizando estes conhecimentos como plataforma de estruturação e organização de informações. Utiliza a representação geográfica de mapas locando informações através de coordenadas cartesianas sobre o qual podem ser abstraídas várias informações a respeito de fatos ocorridos sobre determinado espaço territorial ou objeto espacial em estudo.

Esta área do conhecimento sintetiza o que Confúcio pregava, quando disse que um desenho vale por mil palavras, mas mil palavras não valem por um desenho. Esta idéia conduz o leitor entender o conceito, onde o desenho é forma poderosa e clara de transmissão de informações. Podemos extrair do desenho um contexto de informações, que podem ser descritas em palavras, mas as palavras jamais poderão traduzir de forma ampla tudo que um desenho pode transmitir.

Nesse sentido é possível abstrair conhecimentos através de métodos, que utilizam sistemas da área dos conhecimentos de Geoprocessamento, por exemplo, um Sistema de Informações Geográficas (GIS), que são em resumo, segundo Montgomery e Harold (1992), sistemas computacionais capazes de capturar, armazenar, consultar, manipular, analisar, exibir e imprimir informações referenciadas geograficamente espacialmente sobre, e ou sob a superfície da Terra.

Traduzindo em bom português, seria alocar através de coordenadas geográficas, informações de uma determinada área do conhecimento, sobre um mapa geográfico. Em determinada região, cidade ou país, de forma ordenada, a fim de evidenciar certa realidade de ocorrência e/ou recorrência, utilizando sistemas computacionais.

Ou ainda, segundo MENEGUETE (2001), armazenar informações sobre um mapa de determinada região que possibilitem isoladamente ou conjuntamente com as primeiras, orientar a tomada de decisões no campo que se pretende através de sistemas computacionais.

Para este estudo os objetos retirados do mundo real, encontrados a partir de atributos específicos, no nosso caso imóvel (edificação), para recuperação imediata no momento da ocorrência. Estas informações podem posteriormente ser trabalhadas, através de análise espacial de fenômenos de recorrência e/ou análise de elevação dada a importância para o entendimento de alguns fatos, conforme FERRARI (1997).

Os sistemas de geoprocessamento, segundo MAGUIRE (1991), podem ser definidos de forma resumida dentro dos sistemas computacionais que são capazes de capturar, processar e gerenciar dados geo-espaciais (ou georeferenciado), isto é, objetos com atributos que os identifique, contendo informações sobre sua localização geográfica em relação a um sistema de coordenadas (x, y). Servem na grande parte das vezes, para ordenar grande volume de informações, que inviabiliza não apenas a qualidade da informação, como também a união dos fatores importantes para tomada de decisão acertada. É neste momento que entra a colaboração dos sistemas de geoprocessamento e principalmente o que chamamos de GIS ou SIG.

Entende-se ainda que o GIS no contexto da Ordem Pública quando aplicados as Atividades de Bombeiros podem ter inúmeras aplicações, servindo como canal de acesso a informações que possibilite o acesso de forma prática e rápida do banco de dados corporativo principalmente o que foi armazenado na fase preventiva, pelos bombeiros durante a fase operativa, permitindo a melhor assertiva na tomada de decisões e otimização da atividade operacional.

## 2.1 CONCEITOS BÁSICOS

Geoprocessamento denota a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica e que vem influenciando de maneira crescente as áreas de cartografia, análise de recursos naturais, transportes, comunicações, energia e planejamento urbano e regional. As ferramentas computacionais para geoprocessamento, chamadas de Sistemas de Informação Geográfica, (GIS) permitem realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georeferenciados. Torna ainda possível automatizar a produção de documentos cartográficos, conforme nos ensina CAMARA (2004a).

Todo GIS, enquanto sistema computacional tem objetivo apresentar informações de um banco de dados corporativos, sobre um banco de dados espacial, que seria o mesmo de dizer

que realiza a função de topologia, integrando uma base de dados corporativa e uma base de dados gráfica.

A topologia para CAMARA (2004a) é para nosso estudo a verificação de uma área geográfica onde existem elementos gráficos que representam elementos do mundo real. Estes elementos são identificados por atributos que podem ser as coordenadas geográficas, informação de arquivos texto, informações de localização em um logradouro, em um bairro ou região espacial, identificação por tipo, e nome e qualquer outro elemento que identifique o objeto espacial.

O GIS conforme FERRARI (1997), é construído sobre um mapa concebido de informações do mundo real. Este levantamento pode ser feito através de aerofotogrametria, levantamento com GPS, ou através de topografia com utilização de teodolito e estação total. Estes mapas que são a base gráfica do GIS e devem ser Georeferenciados para que se obtenham as melhores respostas e resultados.

Georeferenciar um mapa significa localizá-lo dentro do globo terrestre através inclusão no arquivo digital e plantas impressas de coordenadas cartesianas, com relação a meridianos e paralelos, no caso de Santa Catarina, com exceção do extremo oeste, a partir do Fuso horário 22 Sul (Hemisfério Sul) Meridiano 69, da forma como orienta MENEGUETTE (2001).

Por fim a literatura denomina conforme ARONOFF (1989), os Sistemas de Informações Geográficas como GIS (Geographic Information System) e conforme FERRARI (1997), como SIG (Sistemas de Informações Geográficas), ambas estão corretas, porém nos parece mais conveniente denominar este tipo de sistema como GIS, para evitar ser confundido com outra sistema que recebe a mesma sigla Sistemas de Informações *Gerenciais* (SIG).

### **2.1.1 Sistemas de Coordenadas**

O professor MENEGUETTE (2001), nos mostra em seu curso disponibilizado em multimídia, que os sistemas de coordenadas dividem-se em dois grandes grupos: sistemas de coordenadas geográficas ou terrestres e sistemas de coordenadas planas ou cartesianas.

No sistema de coordenadas geográficas ou terrestres, cada ponto da superfície terrestre é localizado no cruzamento de um meridiano com um paralelo, onde meridianos são círculos máximos da esfera cujos planos contêm o eixo dos pólos e paralelos são círculos da esfera cujos planos são perpendiculares ao eixo dos pólos. O Equador é o paralelo que divide a Terra em dois hemisférios: Norte e Sul. Todos os meridianos se encontram em ambos os pólos e cruzam o equador em ângulo reto. A distância entre meridianos diminui do Equador para os pólos. Os paralelos jamais se cruzam. Representa-se um ponto na superfície terrestre por um valor de latitude e longitude. Longitude é a distância angular entre um ponto qualquer da superfície terrestre e o meridiano de origem. Latitude é a distância angular entre um ponto qualquer da superfície terrestre e a linha do Equador.

O sistema de coordenadas planas, também conhecido por sistema de coordenadas cartesianas, baseia-se na escolha de dois eixos perpendiculares, usualmente denominados eixo horizontal e eixo vertical cuja intersecção é denominada origem, estabelecida como base para a localização de qualquer ponto do plano. Nesse sistema de coordenadas um ponto é representado por dois números, um correspondente a projeção sobre o eixo x (horizontal), associada principalmente a longitude, e outro correspondente a projeção sobre o eixo y (vertical), associada principalmente a latitude. Estas coordenadas são relacionadas matematicamente às coordenadas geográficas, de maneira que possam ser convertidas.

### **2.1.2 Histórico**

Segundo MAGUIRE (1991), à história do homem vemos que, o instinto de sobrevivência humana determina entre outras coisas, o desenvolvimento natural do senso de localização. Conhecer o seu espaço e saber se locomover sobre ele é sem dúvida um requisito para sua proteção e evolução. Neste sentido surgiu o seu primeiro instrumento de auxílio, o mapa. A partir da concepção de mapas simples, o assunto evoluiu através dos conhecimentos e estudos da Academia de Ciências de Paris no século XVII, através do estudo da Matemática e principalmente da Geodésia, que deram solidez científica ao assunto.

A evolução segundo CAMARA (1996), segue e ganha grande força, com o advento da tecnologia digital, os mapas, antes analógicos, passaram a ser produzidos em forma digital, com a utilização do CAD (Computer Aided Design). Os programas CAD possuem conjuntos de ferramentas para entrada de dados gráficos, edição e geração de desenhos e manipulação avançada de mudança de projeções. Como conseqüências desta evolução surgiram os Sistemas de Informação Geográficos ou simplesmente GIS, que representam uma realidade geográfica ou fenômeno geográfico, antes realizado através de mapas, tornando-se mais poderosa com esta tecnologia. A evolução dos GIS desenvolveu-se de forma clara em cinco fases, Mapeamento Automático, Mapas Inteligentes, Modelo Espacial de Redes, Sistemas Abertos, Tecnologia de Informática.

#### 2.1.2.1 Histórico de Estudos do Autor

Foi observado durante a conclusão do Curso de Engenharia Civil, no município de Tubarão SC, trabalhava na cidade de Laguna e teve a oportunidade de acompanhar o levantamento cadastral naquela cidade, em 1997. Também concluía-se no primeiro semestre daquele ano cadeira optativa para trabalhos no programa de desenho Auto CAD, tendo o mapa da cidade em meio digital, em algumas oportunidades realizou-se pesquisas manuais de logradouros e localização de ocorrências principalmente atendidas pelo Auto Socorro de Urgência (ASU) sobre a planta cadastral. Sobre esta planta foi realizada a identificação de pontos de referência como escolas, igrejas, lojas isoladas, supermercados, praças, grandes edifícios e monumentos, o que facilitou mais a busca do local da ocorrência e com relativa rapidez.

Percebeu-se que além da localização dos atendimentos, sobre a planta cadastral era viável colar arquivos textos do relatório das ocorrências sobre a planta cadastral, da cidade no exato ponto geográfico onde havia sido atendido.

Identificou-se também que, no ano de 1998, 42% dos atendimentos que eram realizados pelo ASU, estavam localizados no bairro Esperança mais precisamente na localidade do casqueiro, sendo 50% destes na Rua da ZONA e as vítimas eram mulheres. Também à época

foi verificado que em um bairro denominado Alarga Mar, com uma topografia extremamente plana e ruas paralelas com apenas dois acessos ao mesmo, por ser uma área invadida não possuía identificação cadastral de ruas e as casas não continham numeração. Muitas ocorrências eram localizadas tendo por ponto de referência uma das duas entradas, e pelo número de quadras a partir desta com a definição dentro da rua pela contagem de casas a direita ou à esquerda. (Ex. quem vem do centro três quadras a direita a quinta casa do lado direito da rua.)

Nos trabalhos de SAT (Setor de Atividade Técnica), nota-se que se poderia ter em um computador um arquivo digital se todos os relatórios e documentos estivessem colados sobre a planta cadastral, ao realizarmos este trabalho inclusive os arquivos CAD dos projetos preventivos, está planta cadastral ficou com muitas informações deixando o processamento do CAD muito lentos, quando abandonamos a idéia. Ao ser realizado consulta junto a CCI (Centro de Comunicação e Informática) da PMSC (Polícia Militar de Santa Catarina), no sentido de iniciar a construção de um GIS para Bombeiros, onde ficou evidente que existia tecnologia para isso a época, mas muito cara e logo inviável.

### **2.1.3 Componentes**

Desenvolve-se o GIS sobre um mapa, coletado e formulado a partir de informações do mundo real. Um mapa representa em escala uma superfície plana, características abstraídas sobre ou em relação à superfície da terra e os mapas tradicionais têm sido as principais fontes de dados para os GIS, é também composto de um Banco de Dados Geográfico, que são responsáveis por armazenar os objetos geográficos e campos pertinentes a uma aplicação. Existem três arquiteturas básicas para se implementar este bando de dados, a Arquitetura dual, Arquitetura baseada em campos longos, Arquitetura baseada em mecanismos de extensão.

O GIS é construído quase sempre sobre Arquitetura Dual, que consiste em meios de inserção e saída de dados, um processador de análise espacial, duas bases de dados, uma composta por registros de informações, e outra de informações gráficas georeferenciadas. As Bases de dados são interligadas por atributos de identificação de um objeto, exemplo nome de

uma rua, ou número de um edifício e gerenciadas em um Sistema de Banco de Dados, que organiza as informações conforme nos explica CAMARA (1996).

Importante salientar que dentro dos conceitos fundamentais, também segundo CAMARA (1996) e (2004a) o Banco de Dados Gráficos, que são Identidade, Entidade, Objeto, Símbolo, Atributo, Camada ou Layer, Escala, Relacionamento Topológico e Componente Tempo:

**Identidade:** compreendem os modelos em um banco de dados, sendo que podem ser modelos de Amostragem Irregular, Amostragem Regular, Curvas de Níveis, Grade Regular, Polígonos, Rede Triangular Fechada e são formados por Entidades, Objetos e Símbolos.

**Entidade:** é o elemento na realidade, que está sendo representado.

**Objeto:** elemento representado no Banco de Dados, os objetos podem ser subdivididos em dois.

**Objetos Espaciais:** Ponto, objeto que contém posição no espaço, mas não tem dimensão; Linha, objeto formado por dois pontos, contendo além de posição espacial, uma dimensão; Área, objeto formado por três pontos possuem comprimento e altura; Volume, objeto formado por pelo menos quatro planos duas dimensões.

**Objeto do tipo:** são elementos identificáveis do mapa, tais como postes, ruas, rios, pontes, lotes urbanos, etc..

**Símbolo:** elemento utilizado para representar Entidades/Objetos na apresentação de um mapa.

**Atributos qualitativos e quantitativos** - tipos de dados alfanuméricos e não-gráficos, oriundos do Banco de Dados (BD) convencionais.

**Atributos de localização geográfica** - dizem respeito à geometria dos objetos, sistemas de coordenadas, distâncias entre pontos, medidas de ângulos, posicionamento e etc.

**Camadas ou Layers:** são os diversos níveis de informações, ou as informações divididas por camadas, por exemplo, em uma camada ou layer está representado às ruas da cidade, em outra estão representados os pontos de referência como praças, pontes, igrejas, em outro temos a representação dos lotes urbanos, em outra a rede de hidrantes urbanos, rede de Gás natural, energia elétrica etc.

Escala: é a razão entre a distância existente entre a representação de dois pontos no mapa e a distância do mundo real, entre estes dois pontos, as escalas mais usadas são:

Para execução de trabalhos na área urbana:

Cobertura aérea 1:8000

Restituição Aéreo Fotogramétrica 1:2000

Edição para escalas 1:1000 e 1:5000

Para Execução em meio Rural,

Cobertura Aérea 1:50.000 e 1:60.000

Restituição Aéreo fotogramétrica 1:50.000

Edição para escala 1:10.000

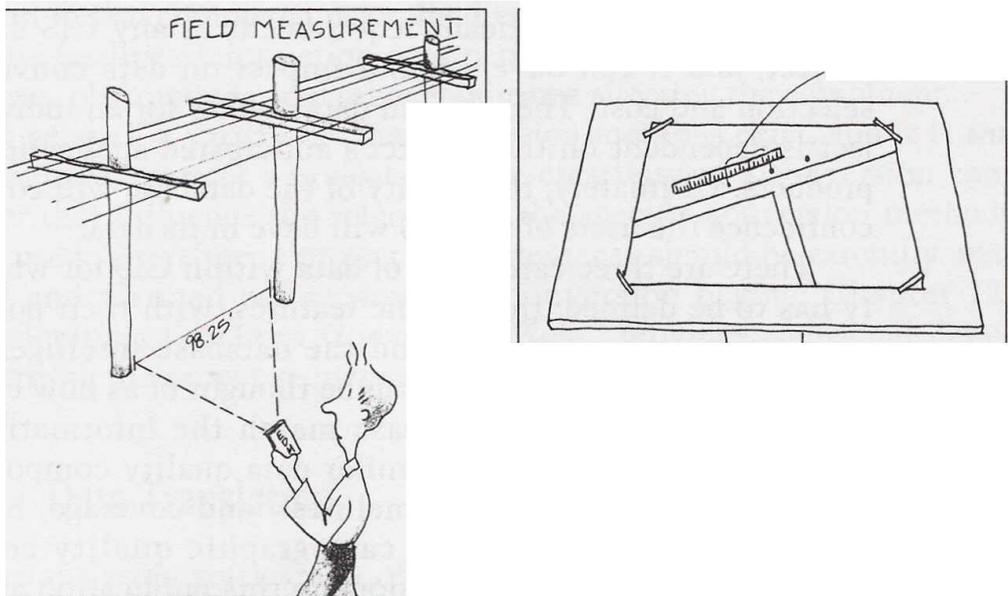


Figura 1 Conversão para Escala

Fonte: GIS Data Conversion Handbook

Relacionamento topológico: representam as relações de vizinhança espacial interna e externa dos objetos. Estabelece a ligação dos atributos existentes nos BD convencionais com os atributos de localização geográfica.

Componente tempo: Diz respeito a características temporais, sazonais ou periódicas dos objetos. (Componente de análise).

Os dados, de um banco de dados GIS, podem ser obtidos de diversas formas, quando dados não gráficos, podem ser obtidos através de digitação via teclado, quando gráficos através de scanner, digitalização manual ou através de um CAD. Estes dados deverão ser qualificados, levando em conta dois aspectos, Acurácia e Precisão.

Acurácia traduz-se na probabilidade de uma informação estar certa, é exemplo deste conceito a posição de um elemento gráfico, quando digitalizada dificilmente será representada no exato ponto onde está no mundo real, mas muitíssimo próximo a este, de forma que esta diferença poderá ser gerenciada sem maiores problemas.

Precisão independente do anterior seria a quantidade de números decimais que são lançados na coordenada em uma medida, sobre um plano cartesiano, no lançamento de um elemento de ou de um atributo, de forma que a posição deste se lançada corretamente, dentro do critério de Acurácia estará mais próximo do real.

#### **2.1.4 Áreas de Aplicação**

Segundo EDUARDO MELO (2007), algumas áreas de atividade humanas como sendo as principais áreas de aplicação do GIS, são em síntese:

- Uso da Terra: Planejamento Agropecuário.
- Uso de Recursos Naturais: Controle e extrativismo vegetal e mineral.
- Meio Ambiente: Controle de queimadas, Modificações climáticas.
- Atividades Econômicas: Planejamento de Marketing, Pesquisas sócio-econômicas.

Ocupação Humana: Planejamento e Gerenciamento Urbano, Saúde e Educação, Deslocamento e de Segurança.

Sem dúvida nenhuma e como característica era Pós Industrial, as atividades humanas geram aglomerações de pessoas nos centros urbanos. Este fato redundará em vários problemas.

Tais problemas quando das áreas de segurança, saúde e transportes de pessoas tem conseqüências de ordem exponencial.

Assim pode-se identificar aplicações práticas e bem objetivas em muitas frentes de trabalho para resolução de problemas reais:

a) Saúde

-Identificação na planta urbana de áreas de maior incidência contaminação e doenças específicas,

-Identificação de falta de infra-estrutura urbana de saneamento em regiões onde incidem ocorrências provocadas por esta situação.

-Identificação de períodos, sazonalidade de ocorrências de trânsito envolvendo motociclistas, pedestres, crianças etc.

b) Educação

-Mapas urbanos contendo situação por região, de crianças matriculadas, e informação de seus respectivos aproveitamentos escolar.

Identificação por região de uma cidade de adultos analfabetos

c) Transporte urbano

-Apresentação de mapa para cada dia da semana e dias especiais de análise de intensidade de fluxo das principais rodovias para cada uma das 24 horas do dia

-Apresentação em mapa urbano de rotas alternativas em hora de intenso fluxo ou congestionamento do trânsito.

Segurança Policial

-Análise de crimes por região.

-Incidência de uso de entorpecentes por rua.

-Incidência de prostituição em vias urbanas.

d) Defesa Civil

-Análise de risco sobre plantas urbanas de enchentes, desabamento, soterramento, enxurradas em uma planta urbana, ou de uma cidade ou região metropolitana.

- Apresentação em Mapa todos os fornecedores para os insumos necessários ao atendimento de desabrigados.

- Apresentação em planta de todas as locais possíveis de receberem desabrigados em caso de emergência.

- Acesso a planos de contingência de uma cidade por região para atendimento de uma situação específica.

- Localização e identificação de hospitais postos de saúde, com a identificação de rotas de acesso.

#### e) Serviços emergenciais de Bombeiro

- Em uma planta urbana do local preciso da ocorrência.

- Obter informação dos sistemas de segurança da edificação em caso de sinistro de incêndio.

- Obter através do GIS informações das pessoas que residem ou habitam um imóvel.

- Obter a incidência de ocorrências trânsito atendidas pelo CB em uma determinada rua ou região nos diversos períodos do mês e semana com seus horários.

- Resgate e acesso a plantas de engenharia de edificações para estudo ingresso e resgate de vítimas.

- Levantamento de local, áreas de Risco Zoneamento de risco

- Identificação e localização de Hospitais Escolas, Hidrantes urbanos.

- Identificação e localização de equipamentos de segurança e recursos hídricos em edificação de vizinhas a edificação sinistrada.

- Identificação em praias de ocorrências podendo localizar os local específico onde ocorreu a gravidade da ocorrência, o sexo da vítima o dia do ano, a hora do dia condição do clima, sua naturalidade, grau de instrução se sabia nadar, etc.

Todas as áreas citadas acima são de ampla aplicação de ferramentas GIS. O estudo esta foca as aplicações de GIS para Bombeiros. Segundo GONÇALVEZ (2005), em primeira análise que a primeira aplicação é o processo de localização dos objetos uma carta de uma cidade, em nosso caso é especificamente a localização de regiões, bairros, ruas, praças e pontos de referência, e edificação localizados nas ruas. Por estar dentro de universo inúmeras vezes menor,

a primeira função acima descrita do GIS facilita a busca um operador do CBMSC de outras informações da edificação específica alvo da ocorrência.

Estas informações podem ser relatório das condições de hidrantes urbanos da mesma forma como podem ser de ocorrências anteriores no mesmo imóvel, relatórios de vistorias realizado apontado situações inseguras, perigos eminentes como, por exemplo, existência de material combustível na edificação entre outros como as plantas dos projeto de segurança, e projetos a arquitetônico. No mesmo sentido a localização pelo GIS de atributos de edificações se faz necessário para análise e diagnósticos prospectivos, a respeito de incidência de ocorrências de mesma natureza nos arredores. Ou relação de vizinhança espacial a respeito de situações de riscos potenciais no entorno e ou de localização de equipamentos de segurança em edificações das imediações como linhas de mangueiras e Reservas Técnicas de Incêndio em condições de uso.

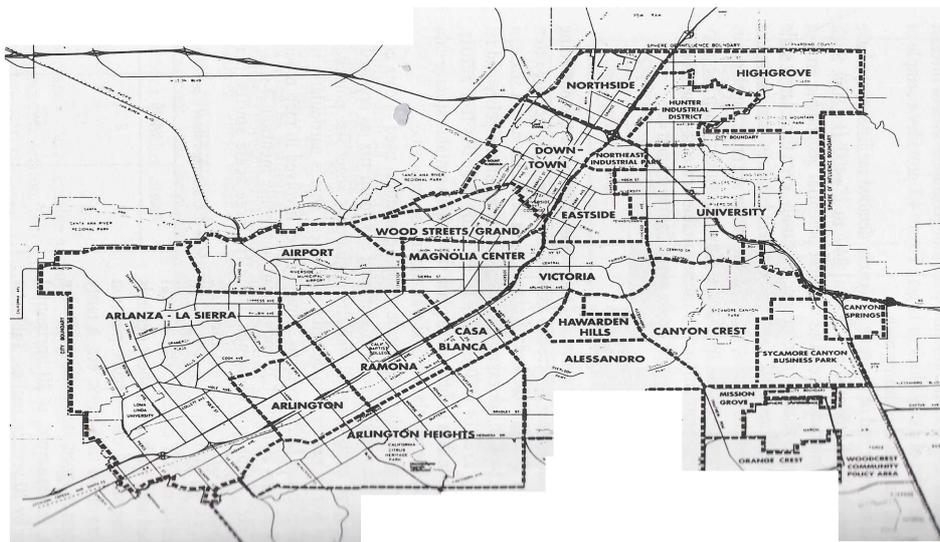


Figura 2 Mapas Urbanos

Fonte: GIS Data Conversion Handbook

### 2.1.5 As três visões de um GIS

Segundo Maguire (1991) as três visões de um SIG são: banco de dados, mapa e análise espacial.

A visão do mapa foca os aspectos cartográficos do SIG. Sua função é a de processar mapas que apresentam um conjunto de dados separados em camadas ou temas. Os mapas são normalmente manipulados por rotinas que podem adicionar e subtrair informações além de realizar consultas e procurar padrões. A saída destas operações é outro mapa.

A visão de banco de dados do GIS enfatiza o use de um bem projetado e implementado banco de dados que permita consultar e recuperar informações.

A terceira visão do GIS enfatiza a importância da análise espacial. O objetivo da análise espacial é extrair ou questionar informações úteis que satisfaçam as exigências dos objetivos do usuário para tomada de decisão.

## 2.2 DADOS GEOGRÁFICOS

Os dados do GIS, segundo CAMARA (1996), podem ser classificados em: Dados Temáticos, Redes, Modelos numéricos de terreno, Imagens, Dados Cadastrais. Entre estes a exceção dos dados cadastrais os demais são considerados dados geográficos. Dados temáticos descrevem a distribuição espacial de uma grandeza geográfica, expressa de forma qualitativa, como os mapas de produção agrícola de uma região. A partir da coleta destes dados é possível a criação de mapas temáticos. No geoprocessamento o conceito de rede denota as informações associadas a serviços públicos, como água, luz e telefone, redes de drenagem, bacias hidrográficas, rodovias, etc., dentro deste conceito de redes cada objeto geográfico (cabo telefônico, transformador de rede elétrica, cano de água) possui uma localização geográfica exata e estes sempre associados a atributos descritivos presentes no banco de dados.

Os dados definidos como modelo numérico de terreno (MNT) são utilizados para denotar a representação quantitativa de uma grandeza que varia continuamente no espaço. Comumente associados à altimetria, também podem ser utilizados para modelar unidades geológicas, como teor de minerais, ou propriedades do solo ou subsolo.

Imagens através de satélites, fotografias aéreas ou scanners aerotransportados, as imagens representam formas de captura indireta de informação espacial. Pela natureza do processo de aquisição de imagens, os objetos geográficos estão contidos na imagem, sendo necessário recorrer a técnicas de fotointerpretação e de classificação para individualizá-los.

Em Geoprocessamento, o espaço geográfico é modelado segundo duas visões complementares: os modelos de campos e de objetos. O modelo de campos enxerga o espaço geográfico como uma superfície contínua, sobre a qual variam os fenômenos a serem observados segundo diferentes distribuições. Por exemplo, um mapa de vegetação descreve uma distribuição que associa a cada ponto do mapa um tipo específico de cobertura vegetal, enquanto um mapa geoquímico associa o teor de um mineral a cada ponto.

O modelo de objetos CAMARA (2004a), representa o espaço geográfico como uma coleção de entidades distintas e identificáveis. Por exemplo, um cadastro espacial dos lotes de um município identifica cada lote como um dado individual, com atributos que o distinguem dos demais. Igualmente, poder-se-ia pensar em objetos com os rios de uma bacia hidrográfica ou os aeroportos de um estado. Os lotes de uma cidade são elementos do espaço geográfico que possuem atributos (dono, localização, valor venal, IPTU devido, etc.) e que podem ter representações gráficas diferentes em mapas de escalas distintas.

### **2.2.1 Atributos**

Para a pesquisa é de fundamental importância o entendimento de identificação, do atributo, de objetos como ruas, bairros, pontos de referência, e principalmente lotes urbanos. Estes elementos quando identificados, poderão trazer consigo informações do Banco de Dados, que é em nosso entendimento nossa maior necessidade. Para identificação e localização de um imóvel segundo ARONOFF (1989), pode-se utilizar um conjunto de atributos que poderão identificar o mesmo imóvel, como exemplo, um imóvel identificado através de atributos que delimitem de forma escalonada a área urbana, por regiões, bairros, ruas contidas nestes bairros, e finalmente por lote urbano. Salienta-se a importância dos atributos de dados que, são

informações descritivas armazenadas em um banco de dados a respeito das características de um objeto representadas em um mapa.

Estas características são de objetos físicos que podem ser vistos, como um edifício ou rua. Algumas vezes estas características não podem ser vistas embora elas possam ser localizadas como uma parcela de terra. Atributos podem ser processados em um GIS e são eles os responsáveis pela localização de um fenômeno como, por exemplo, o local um crime ou acidente de trânsito.

A estrutura lógica destes dados conforme CAMARA (2004a), requer uma referência espacial, ou atributo de localização armazenado em um banco de dados. Este deve ter uma referência espacial que pode ser uma coordenada geográfica ou ainda uma referência locacional como um endereço ou código postal. Todos estes dados podem ser armazenados em um Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGDB).

### **2.2.2 Qualidade**

A qualidade dos dados geográficos é fundamental para o bom desempenho do GIS, por isso MOTGOMERY e HAROLD (1993), explicam que todo dado levantado deve ser metodologicamente realizado para que se possa garantir tal qualidade. Como tratamos de GIS, os dados a serem levantados que serão incorporados ao sistema são dados espaciais e dados corporativos. A qualidade de dados de objetos espaciais é abordada em diversos momentos durante nosso estudo, restando dizer que os dados espaciais ou dados georeferenciados são em síntese coletados do mundo real de forma metodológica através de cadastramento multifinalitário.

Segundo as mesmas fontes cadastro multifinalitário como o próprio nome diz tem função única de coleta para várias finalidades, inclusive como base de carta digital para a construção de uma ferramenta GIS para Bombeiros.

## **2.3 BANCO DE DADOS GEOGRÁFICOS LIVRES**

Segundo Uchoa e Ferreira (2004), a sociedade vive uma crescente demanda por sistemas para armazenamento de informações, visando organizar uma produção de conhecimento cada vez maior.

Quando a Cartografia entrou na era digital, a necessidade de armazenamento também se tornou essencial, pois as bases evoluíram agregando uma quantidade cada vez maior de informação para atender as novas demandas do mercado.

Acompanhando as novas necessidades dos usuários de Geotecnologias, os Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados (SGBD) criaram módulos (extensões) específicos para armazenamento e análise dos dados.

Tornando possível organizar ambientes contendo sistemas clientes acessando todos os dados espaciais num banco de dados centralizado, tanto num servidor como num cluster.

O POSTGRESQL foi o primeiro SGBD de código aberto a trabalhar com um módulo específico para o tratamento dos dados geográficos vetoriais. Este módulo denominado de POSTGIS segue a especificação SFS (Simple Features Specification) do OGC.

Criado em 1994, o consórcio internacional Open Geospatial (OGC–Open Geospatial Consortium) era denominado, inicialmente, de Open GIS. Atualmente o termo Open GIS é uma marca registrada que faz referência às diversas especificações do consórcio.

O OGC possui a missão de desenvolver especificações para interfaces espaciais que serão disponibilizadas livremente para uso geral. Dentre as especificações disponíveis, são 4 que já estão sendo amplamente utilizadas, principalmente pelos SL:

- SFS (Simple Features Specification),
- WFS (Web Feature Service),
- WMS (Web Map Service),
- GML (Geography Markup Language):

A especificação GML (Geography Markup Language) padrão baseado no XML desenvolvido para permitir o transporte e armazenamento de informações geográficas.

Muitos softwares livres implementam esse formato, mas o formato mais utilizado para esta portabilidade ainda é o ESRI® Shapefile, sendo amplamente utilizado em sistemas comerciais e livres.

O site do MYSQL já está anunciando, para a próxima versão, a implementação da SFS. Com isso, será possível desenvolver aplicações livres para GIS também sobre o MYSQL dentro das especificações do OGC. Esta padronização é fundamental para a integração de soluções e o intercâmbio de dados com o POSTGIS.

Com as opções livres apresentadas, entende-se com clareza que não existe justificativa técnica para uma instituição optar pela compra de um SGBD proprietário para compor uma solução de Geoprocessamento, pois o POSTGRESQL/POSTGIS é uma opção madura e muito poderosa.

### **2.3.1 Dados Espaciais**

De acordo com ARONOFF (1989), dado espacial é qualquer tipo de dado que descreve fenômenos aos quais esteja associada alguma dimensão espacial. Os dados utilizados em GIS pertencem a uma classe particular de dados espaciais: os dados geo-referenciados ou dados geográficos. O termo denota dado que descreve fatos, objetos e fenômenos do globo terrestre associado a sua localização sobre a superfície terrestre, num certo instante ou período de tempo.

Segundo são características gerais de dados geográficos três componentes fundamentais:

- Características não espaciais, descrevendo o fenômeno sendo estudado, tais como o nome e o tipo da variável

- Características espaciais, informando a localização espacial do fenômeno, ou seja, seu georeferenciamento, associada a propriedades geométricas e topológicas

- Características temporais, identificando o tempo para o qual tais dados são considerados, isto é, quando foram coletados e sua validade.

Os bancos de dados espaciais armazenam estes dados que estão representados através de desenhos CAD. Importante salientar que estes dados devem ser armazenados de forma organizada por tipo de objeto e camada ou layer específico. Um banco de dados Espacial poderá

ser representado através de diversos sistemas CAD, porém para que possa ser recuperado e ter novos dados incorporados como, por exemplo, uma rua nova, um loteamento ou um edifício sobre um terreno, este deverá estar georeferenciado.

Georeferenciar significa localizar os dados de um banco de dados espacial a um local conhecido do planeta.

### **2.3.2 Tipos de Objetos Espaciais**

Segundo MOTGOMERY e HAROLD (1993), são muitos os objetos Espaciais que podem ser representados em um GIS. Como o objetivo do estudo é a concepção de ferramentas GIS para Bombeiros trabalharemos nos objetos espaciais de aplicação direta neste. Seguramente um GIS para bombeiros deve localizar imóveis em uma carta de uma cidade. Estes imóveis podem ser terrenos, casas, edifícios, praças escolas, edifícios públicos, shoppings etc. Também são objetos espaciais de um GIS ruas, quadras, delimitações de bairros e de cidades em regiões metropolitanas, pontes rios lagos e lagoas e todos os acidentes geográficos que possam de alguma forma referenciar no espaço os demais objetos espaciais.

Dentro de um banco de dados espacial é importante que existam de forma bem destacadas pontos de referência, que são em síntese todos os objetos espaciais que referenciam naturalmente um local na superfície podendo ser um rio ou lago, um grande edifício, um a ponte etc. Importante dizer que cada tipo de objeto espacial deve ser levantado e registrado na base de dados espaciais em camada específica, durante o levantamento cadastral multifinalitário.

Jamais se deve registrar em um mesmo layer ou camada objetos de natureza distinta, como ruas e edifícios ou praças. Ou seja, todas as ruas devem ser registradas em uma camada, todas as Avenidas em outra camada, todas as pontes em outra camada e assim para todos os tipos de objetos espaciais.

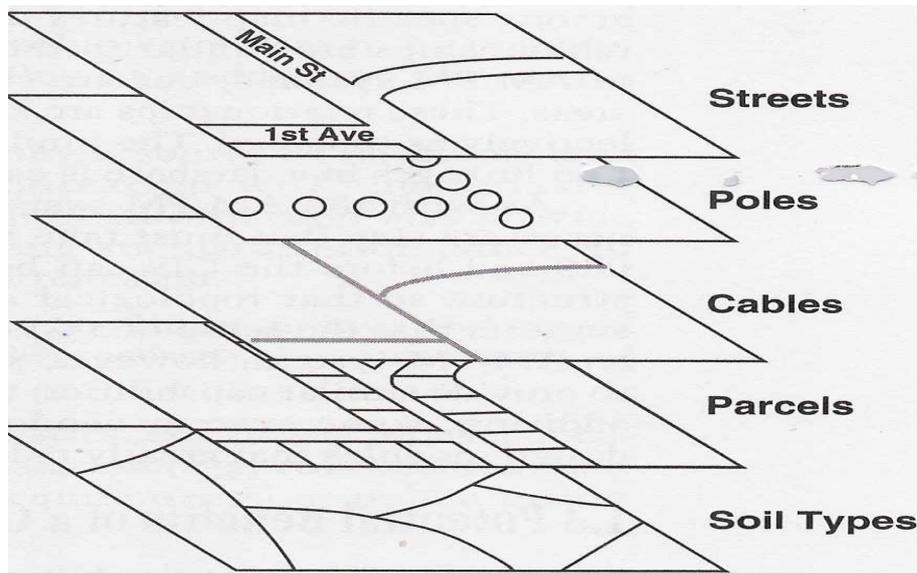


Figura 3 Layer ou Camadas

Fonte: GIS Data Conversion Handbook

### 2.3.3 Métodos para Aquisição por Sensoriamento Remoto

MONTGOMERY e HAROLD (1993), explicam que o sensoriamento remoto é uma tecnologia usada para obter dados para o GIS. Sensoriamento remoto é definido como conjunto de processos e técnicas usados para medir propriedades eletromagnéticas de uma superfície, ou de um objeto. Sem que haja contato entre o objeto e o equipamento sensor.

São diversos sistemas de aquisição de dados:

- Câmeras fotográficas aerotransportadas,
- Satélites,
- Sistemas de radar, sonar ou microondas.

Os sistemas podem ser ativos, como é o caso dos sistemas de microondas, que registram a diferença de frequência entre o sinal emitido por elas e o sinal recebido da superfície, ou passivo, como a o caso de câmeras fotográficas, que registram a refletância ou emitância de uma superfície.

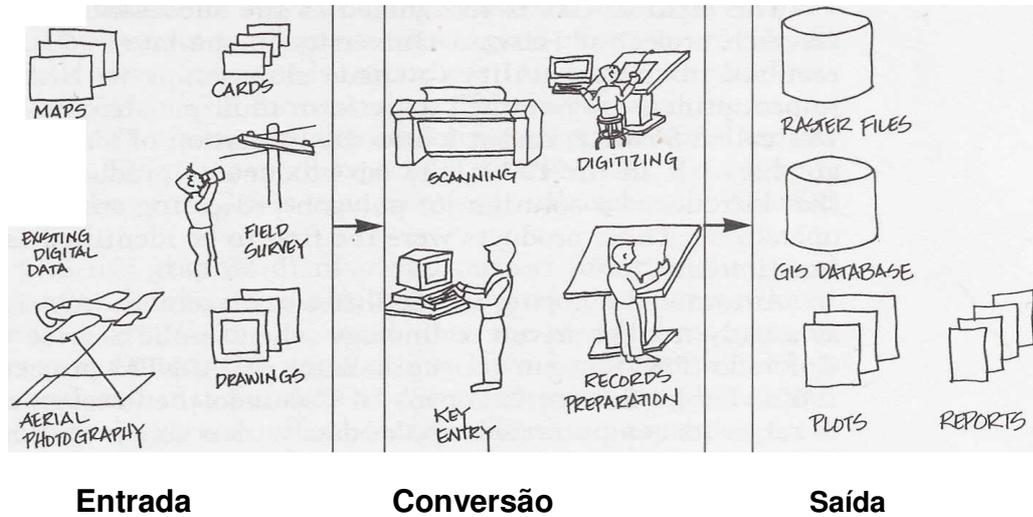


Figura 4 Fluxo Dados GIS

Fonte: GIS Data Conversion Handbook

## 2.4 MAPAS E CARTAS

Tecnicamente identifica-se diferença entre mapas e cartas no que diz respeito ao caráter científico especializado. Os mapas são utilizados para fins ilustrativos ou mesmo comerciais, e as cartas por sua vez é a representação dos aspectos naturais da terra, destinada a fins práticos da atividade humana. Possibilitando determinar direções, localização geográfica de pontos e avaliar distâncias. Contudo é comum utilizar-se apenas o termo mapa para definir uma carta.

Uma carta representa uma superfície de extensão e que por isso, a escala possa ser considerada como constante. A ABNT (Associação Brasileira de Normas e Técnicas) classifica as cartas como Geográficas ou Especiais. As Geográficas são Topográficas, Planimétricas, Cadastrais e plantas, Aeronáuticas e Múltiplas. Cartas Topográficas são confeccionadas mediante levantamento topográfico regular ou compiladas de cartas topográficas existentes, e que incluem os acidentes naturais e artificiais, permitindo facilmente a determinação de altitudes.

Segundo MENEGUETTE (2001), são em geral três tipos de cartas:

- Planimétricas são semelhantes às cartas topográficas, porém não apresentam indicação de altitudes.
- Plantas Cadastrais são geralmente em escala grande, usadas para mostrar limites verdadeiros e usos das propriedades.
- Aeronáuticas representam a superfície da Terra com sua cultura e relevo de maneira a satisfazer especificamente as necessidades da navegação aérea. Múltiplas resultam dos levantamentos dos mares, rios, canais e lagoa.
- Cartas especiais são Meteorológicas, de Solo, de Vegetação, de uso da Terra, de Globo.
- Meteorológicas mostram as classificações climáticas em serviço contínuo diário e sistemático, contendo informações meteorológicas, observadas simultaneamente, além das alterações progressivas nas condições do tempo.
- De Solo são as que identificam e classificam os diversos tipos de solos e sua distribuição geográfica.
- De Vegetação representam as características e a distribuição da vegetação.
- Cartas de Uso da Terra representam a classificação e distribuição geográfica dos diversos usos aos quais está sujeita a superfície da terra.
- De Globo apresentam os Contornos, representáveis da superfície da Terra em outra superfície semelhante.

## 2.5 O SUPORTE A TOMADA DE DECISÕES

Considerando a natureza das atividades dentro de uma organização FERRARI, (1997), poderíamos dizer que existem GIS do nível organizacional (tarefas do dia-a-dia), gerencial (decisões de caráter técnico) e os do nível estratégico (atividades que contribuem diretamente para o cumprimento dos objetivos fundamentais da organização)).

Trazendo está realidade para o nível estratégico para o CBMSC, entendemos que aí estão os componentes da organização atribuídos da responsabilidade pela tomada de decisão de cunho estratégico. Decisão que pode ser entendida como um eixo mestre, um ponto gravitacional onde estarão orbitando as ações e atividades que tem foco atingir objetivos definidos dentro da decisão estratégica adotada. Existe ainda dentro das organizações decisões de nível gerencial que buscam responder como realizar as tarefas de forma mais eficiente segura e com o menor consumo de recursos possível. E por fim as decisões operacionais que cabem aos agentes operacionais diante das tarefas.

### **2.5.1 Uso de GIS no nível estratégico**

As atividades do nível estratégico são aquelas que contribuem diretamente para o cumprimento dos objetivos fundamentais da organização FERRARI (1997). Exemplos de objetivos estratégicos são: aumentar a satisfação dos clientes, melhorar a imagem da empresa junto a clientes e parceiros, aumentar a margem de lucro, aumentar a participação da empresa nos segmentos de mercado em que atua, expandir, etc.

Para o CBMCSC, segundo GONÇALVES (2005), os objetivos estratégicos com a utilização do GIS, devem ser diminuir o tempo resposta de atendimentos a ocorrências evidenciar áreas de riscos potenciais, localizarem equipamentos de segurança contra incêndios na planta urbana e apresentar as condições de segurança de uma edificação específica, todos estes objetivos estão pautados na decisão estratégica de aperfeiçoar o atendimento das ocorrências de bombeiros. Logo o entendemos GIS para Bombeiros deverá ser concebido dentro destes objetivos.

O GIS a nível estratégico fornece boa infra-instrutora de informações segundo espaciais ou serviços de administração pública podendo, por exemplo, evidenciar em uma carta urbana a necessidade de quartéis bombeiros, indicando ainda o tipo de guarnição especializada em cada local, levando o planejamento estratégico à decisão de aumento do efetivo e locação de recursos financeiros para construção de quartéis.

## **.5.2 Uso de GIS no nível gerencial**

Ainda segundo GONCALVES (2005), outras decisões de caráter tático são atividades típicas do nível gerencial. Uma questão semelhante no setor governamental seria qual a região mais carente de um determinado serviço público? Que podem ser trazidas para nossa realidade na escolha melhor localização para um novo quartel ou uma base operacional de bombeiros. O nível gerencial permite a manipulação, análise integração e visualização de informações. O GIS não toma decisões. Mas o use de um GIS como uma ferramenta de trabalho facilita a o processo de tomada de decisões, pois da ao gerente informações para decisões acertadas.

Entre os benefícios do GIS ao nível gerencial podemos evidenciar as melhores informações e até novas informações, melhores decisões de caráter tático, ou seja, através de planejamento, gerenciamento e alocação de recursos. No nível de trabalho gerencial o papel do GIS pode ser definido como o de proporcionar agilidade na geração de informações para suporte a processos intelectuais de decisões, planejamento, monitoramento dando maior capacidade de manipulação de informações.

## **2.5.3 Uso de GIS no nível operacional**

Para FERRARI (1997), as atividades do nível operacional são aquelas do dia a dia da organização. Além de rotineiras, geralmente as operações são volumosas e trabalhosas. Exemplos desse tipo de atividades no CBMSC o atendimento de ocorrências de trânsito com vítimas, o atendimento de ocorrências de incêndio as atividades de vistorias de edificações, o registro de protocolos de ocorrências em banco de dados, etc.

Assim como na automação de uma linha de montagem, o benefício imediato do uso de GIS no suporte a atividades do nível operacional é a eficiência operacional, ou seja, a execução das atividades que já vem sendo executadas manualmente, sem apoio de GIS, de maneira mais eficiente gastando menos recursos. Como benefícios do GIS, poderíamos citar o ganho de

produtividade, a redução ou eliminação de custos ou riscos e a melhoria da qualidade na execução de tarefas.

O papel do GIS, conforme GONÇALVES (2005), para bombeiro pode ser ainda descrito como, o de proporcionar maior qualidade e agilidade no armazenamento de informações essenciais para execução de tarefas. Ainda pode dar suporte à visualização de informações necessárias a realização de trabalhos diversos, possibilitando assim o planejamento adequado. Como exemplo deste cita-se o atendimento de uma ocorrência de incêndio onde em um edifício com deficiência no seu reservatório de água para combate a incêndios (Reserva Técnica de Incêndio). Durante o deslocamento da guarnição até o local o GIS apresenta esta informação e o operador busca alternativas deste recurso, o GIS informa que o prédio do lado dispõe do recurso através de uma análise de vizinhança. As informações são passadas pelo rádio e o chefe da guarnição planeja o combate ao incêndio, dentro desta ótica durante o deslocamento o que resulta em ganho considerável de tempo e eficiência. Imaginando no caso típico de bombeiro uma ocorrência de atendimento de trânsito com vítima.

O GIS poderia através dos registros de ocorrências anteriores apontarem locais com maiores incidência deste tipo de ocorrências indicando também o dia da semana e horários, e guarnições operacionais especializadas poderiam permanecer nas proximidades nestes dias e horas.

### **3 INSTITUIÇÃO DE BOMBEIRO MILITAR, SOB A ÓTICA LEGAL**

Segundo Álvaro Lazzarini (2003), as atividades exercidas pelos bombeiros são no Brasil preocupação da cidadania. O código de defesa dos consumidores, Lei Federal 8.078, de 11.09.1990, estabelece que os órgãos públicos por si ou as empresas, ou qualquer forma de empreendimento, são obrigados a fornecer serviços adequados, eficientes, seguros e quando o serviço for essencial devem ser contínuos.

Em caso de descumprimento do serviço, as pessoas jurídicas serão compelidas a cumprir e reparar seus danos caso existam.

Entende-se a existência então de um direito público subjetiva do cidadão, aos serviços de engenharia de segurança contra incêndios, prevenção a sinistros, busca e salvamento e de defesa civil a cargo dos Corpos de Bombeiros Militares.

Os Corpos de Bombeiros Militares tem sua atividade prevista no art. 144, § 5º da Constituição Federal de 1988 (CF), onde está estabelecida sua competência legal para realização de prevenção e combate a incêndios, busca e salvamento e de defesa civil.

Dentro da definição legal, entende-se que os Corpos de Bombeiros Militares têm inegável importância para, respeitar e fazer respeitar os fundamentos previstos no artigo 12 da “Declaração Universal dos Direitos do Homem e do Cidadão”, e do artigo 5º da CF, que impõe a inviolabilidade do direito a vida, à liberdade, à segurança e a propriedade.

Dentro da Ordem Pública desenvolvem atividades atinentes a tranqüilidade e à salubridade pública, no que respeita e cuida da segurança da comunidade, na sua atribuição própria de força principal, pois os corpos de bombeiros dentro de sua missão não são meras forças auxiliares, e tem sua competência segundo ordem constitucional e infraconstitucional, diretamente aos governadores dos Estados e do Distrito Federal.

Os Corpos de Bombeiros tem sua verdadeira função, dentro do conceito de Salubridade Pública do Direito Administrativo, materializada através composição e manutenção, as custos do Estado de grupos de bombeiros militares, inseridas no meio social a fim de salvaguardar o ambiente urbano de trabalho e de residências de forma saudáveis.

Ainda dentro do mesmo conceito, os Corpos de Bombeiros Militares, exercem atividades de Salubridade Pública, sempre que exercem a denominada Polícia Edilícia, quando realizam vistorias das construções e do bom ordenamento urbano.

Hely Lopes Meireles (2007), afirmam que a atuação através de adoção de normas e medidas específicas, é de valor incomensurável para preservação de perigos presentes e futuros, que a ameaça o indivíduo e a coletividade, a exemplo das normas de prevenção e combate a incêndios de edifício, que visam dar a solidez e condições necessárias a sua destinação.

José Cretela Junior (1981), confirma a idéia ao dizer que, na época moderna, elevadores, escadas, sinais de alarma e aparelhos de combate a incêndio entre outros visam, impedir a ocorrência de males que atentem contra o indivíduo e a coletividade.

A competência de para regular o poder de polícia, conforme a CF artigo 1º é dos Estados. Por tanto é legítimo o exercício da Polícia Edilícia, somente aos Corpos de Bombeiros militares estaduais, relativas às suas atividades de na proteção contra incêndios e outras emergências, sempre destinadas a reduzir risco de incêndios e facilitar o combate e o salvamento de vidas. Não cabendo ao município ou ao ente privado por mais digno que sejam seus propósitos, tal poder.

Compete ao Corpo de Bombeiro Militar do Estado de Santa Catarina (CBMSC), analisar os projetos de prevenção Contra incêndios, emitindo ato administrativo de conformidade ou não com as Normas de Prevenção e Combate a Incêndios. Caso o projeto esteja em desacordo receberá o veto, para que seja corrigido. Caso esteja de acordo com as normas, será aprovado e posteriormente a sua construção será vistoriada para verificação se foi cumprido o projeto aprovado.

Ainda dentro dos termos legais, é obrigação do CBMSC, a continua verificação através de vistorias do estado de manutenção dos sistemas de segurança contra incêndios de um edifício.

### 3.1 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS PELO CBM, BASEANDO-SE EM NORMAS LEGAIS

Além das normas legais abordados anteriormente, as atividade de Bombeiros no Estado de Santa Catarina é desenvolvida com base legal no Constituição do Estadual em seu artigo 108:

Art. 108. O Corpo de Bombeiros Militar, órgão permanente, força auxiliar, reserva do Exército, organizado com base na hierarquia e disciplina, subordinado ao Governador do Estado, cabe, nos limites de sua competência, além de outras atribuições estabelecidas em Lei:

I – realizar os serviços de prevenção de sinistros ou catástrofes, de combate a incêndio e de busca e salvamento de pessoas e bens e o atendimento pré-hospitalar;

II – estabelecer normas relativas à segurança das pessoas e de seus bens contra incêndio, catástrofe ou produtos perigosos;

III – **analisar, previamente, os projetos de segurança contra incêndio em edificações**, contra sinistros em áreas de risco e de armazenagem, manipulação e transporte de produtos perigosos, acompanhar e fiscalizar sua execução, e **impor sanções administrativas estabelecidas em Lei**;

VII - estabelecer a prevenção balneária por salva-vidas; (Grifo nosso).

Fruto da Emenda Constitucional nº 033/2003, de 13 de junho de 2003, o Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina deixou de ser orgânico à Polícia Militar do Estado, passando a integrar a administração estadual como órgão público da administração direta, e esta relativa liberdade funcional trouxeram consigo maiores responsabilidades e incumbências, que demandam atendimento.

Sem dúvida nenhuma de todas as atividades desenvolvidas pelo CBMSC, a Atividade Técnica é a melhor estruturada e está regulada, através de Decreto Lei No. 4909 de 18 de Out de 1994 (NSCI).

As Atividades desenvolvidas pelo CBMSC estão orientadas de forma doutrinária pelo Ciclo Operacional de Bombeiros, sendo que o estudo do mesmo pode evidenciar de forma mais clara como e quando um GIS pode auxiliar no desenvolvimento dos trabalhos.

### **3.1.1 Ciclo Operacional das atividades de Bombeiros**

De acordo com o entendimento de FILHO (2002), é freqüente a constatação de erros, no trabalho operacional do Corpo de Bombeiros, ou de falhas, na prevenção estrutural, após a ocorrência de um incêndio. A formação de um banco de dados, sobretudo proveniente do ciclo operacional de bombeiros, permite manter atualizadas as normas de segurança contra incêndios, os Projetos Técnicos, as medidas de segurança e as técnicas e táticas de intervenção do Corpo de Bombeiros. O Ciclo Operacional de Bombeiros é composto por quatro fases que serão explicadas a seguir.

#### **3.1.1.1 Fase preventiva ou normativa**

Para FILHO (2002) a finalidade da prevenção ou normalização é a de estudar, revisar e elaborar normas de segurança, analisar os riscos que possam propiciar um princípio de incêndio e suas conseqüências e por fim evitá-las.

No mesmo sentido é o entendimento de Álvaro Maus (1999), e de forma mais objetiva e ampliada, a presente fase é aquela em que as Normas que regulam os sistemas e dispositivos de segurança são elaboradas, estudadas, interpretadas e comentadas, segundo uma visão aplicada daquilo que o Corpo de Bombeiros entende que deva ser objeto de seu conhecimento, acompanhamento e fiscalização.

### 3.1.1.2 Fase passiva ou nominal

Para Maus (1999, p. 21) é a fase em que as concepções normativas saem de uma situação abstrata, para ganhar forma em projetos preventivos e se concretizar na execução da obra.

A finalidade é restringir ou minimizar as conseqüências e os danos de um incêndio que não pode ser evitado: instalar, vistoriar, fazer manutenção e operar sistemas e dispositivos de segurança.

O objeto constitui-se dos projetos executivos, dos equipamentos e sistemas instalados em todas as edificações e áreas de risco.

A fase passiva ou estrutural pode permitir ao Corpo de Bombeiros a análise dos projetos específicos de segurança contra incêndio, o acompanhamento durante a construção da edificação, na instalação, manutenção e operação dos equipamentos e sistemas de segurança contra incêndio e verificar a atuação dos componentes das brigadas de abandono e combate a incêndio (FILHO, 2002).

### 3.1.1.3 Fase ativa ou de combate

A finalidade da fase ativa constitui-se de socorro ou da prestação de serviço, quando há participação da atividade operacional do Corpo de Bombeiros, no atendimento a qualquer caso real de incêndio, prestar atendimento pré-hospitalar, resgatar e salvar vidas e bens.

No entendimento de Maus é ainda a fase em que os sistemas e dispositivos instalados passam a ser utilizados pelos usuários e bombeiros, tanto em caráter de treinamento quanto em situação real.

#### 3.1.1.4 Fase investigativa ou pericial

A finalidade é elucidar situações reais do incêndio, em todas as suas circunstâncias, quer sejam causa quer sejam suas conseqüências, danos e prejuízos e fornecendo ao final através d seus laudos periciais subsídios para a realimentação das demais fases do ciclo operacional. O objeto é a análise do próprio local ou caso real do incêndio, seus indícios ou vestígios relativos e absolutos.

Nesta fase os sinistros ocorridos serão investigados, com a finalidade de se avaliar o comportamento e o desempenho de todas as partes envolvidas no processo, em todas as fases do ciclo operacional (Maus, 1999, p. 21).

O perfeito trabalho do ciclo operacional de bombeiros possibilita a detecção de problemas a serem revistos em todas as fases enumeradas anteriormente, objetivando:

Na Fase Preventiva realizamos a revisão, complemento e alteração de normas e Códigos de proteção contra incêndio;

Na Fase Passiva verificamos de falhas na execução de projetos e das construções;

Na Fase Ativa reformulamos de procedimentos e avaliação de desempenho da tropa e equipamentos operacionais (treinamento, equipamentos, viaturas etc.);

Na Fase Investigativa melhoramos das técnicas de preservação de local, de coleta de dados de confecção de relatórios, processamento de informações e formação de arquivo para pesquisa em diversas áreas do Corpo de Bombeiros.

Entre as fases do Ciclo Operacional Atividade Técnica de Prevenção Contra Incêndios, materializa Fase Preventiva e guarda profunda relação com a Atividade Operacional que materializa a Fase Ativa.

A para FERRARI (1997) Atividade Operacional em suma pode ser traduzida pela tomada de decisões, na qual será orientado o emprego dos recursos disponíveis, para controle e extinção de um problema residente, permitindo aos agentes operacionais a avaliação dos sistemas

quanto a sua eficiência aplicabilidade pertinência e prioridade. O GIS pode permitir a tomada de decisões baseado em informações direção de levar até o local da ocorrência a informações coletadas na Fase Preventiva.

Portanto, ao Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina necessita da interligação das informações obtidas na fase preventiva, de forma clara e objetiva, levada até o local da ocorrência, estando estas informações atualizadas, tanto quanto forem possíveis.

### 3.2 ATIVIDADE PREVENTIVA NAS UNIDADES OPERACIONAIS

Entende-se pela vivência na Atividade Preventiva, as rotinas e fluxo de informações que envolvem os processos que compõem a fase preventiva do ciclo operacional da atividade de bombeiro são bastante complexas. Tal fato poderá ser evidenciado no fluxograma construído no ANEXO A, de forma mais clara. Estas rotinas nas unidades operacionais são compostas por Análise de Projetos Preventivos, Vistorias de Habite-se, Manutenção e Funcionamento.

Análise de Projetos é atividade na qual bombeiro militar realiza a verificação de projeto preventivo, a fim de evidenciar se o mesmo contém todos os sistemas de prevenção contra incêndio e se estão elaborados de forma eficiente. Conforme exigido pelas NSCI, admitindo também que sistemas de segurança sejam elaborados com orientação de outras Normas reconhecidas no país, como por exemplo, normas da ABNT.

As Vistorias de Habite-se são realizadas por bombeiro militar, com objetivo de verificar e atestar se a execução da obra foi realizada em conformidade com o projeto aprovado para a edificação. Contudo o vistoriador não está restrito ao projeto podendo e devendo apresentar alterações que foram detectadas na obra sempre que estas tenham passado despercebidas pelos analistas ou por qualquer razão não pudessem ser verificadas. Esta vistoria é realizada quando da entrega final da obra antes da habitação de definitiva.

Vistorias de Manutenção devem ser realizadas anualmente, a pedido dos moradores de uma edificação ou por iniciativa do Corpo de Bombeiros Militar. Tem objetivo de verificar se os sistemas de segurança contra incêndios existentes estão em condições de uso diante de um fato

real de incêndio. Ao final desta vistoria será entregue relatório ao responsável pelo edifício apontando itens que devem ser objeto de manutenção.

Vistoria de Funcionamento é o serviço prestado pelo Bombeiro Militar em edificações comerciais que avalia as condições de segurança do mesmo, seja um centro comercial ou uma pequena loja. Devido à rotatividade dos ambientes comerciais, onde cada ocupação realiza um tipo de serviço específico, é uma das vistorias mais realizadas e de maior benefício a segurança. A sua liberação está condicionada a vistoria de Habite-se Manutenção conforme poderá ser visto no ANEXO A.

As tarefas diárias apontam no sentido de que a gerencia das atividades preventivas realizadas pelas unidades operacionais não é tão simples quanto parece existem diversos casos resolvidos pelas orientações normativas do Comando do CBMSC e do Diretor de Atividades Técnicas.

Neste sentido a importância que se atribui ao estudo é evidenciar como está fase do Ciclo Operacional de Bombeiros pode ser utilizada para implantação do GIS para Bombeiros, e isso pode ser facilmente detectado com a observação de que no desenvolvimento da atividade preventiva é geradora de informações e dados ricos e que os mesmos são lançados diariamente em bancos de dados corporativos.

## 4 FERRAMENTAS GIS

Para MONTGOMERY E HAROLD (1993), Ferramentas GIS nada mais são do que sistemas computacionais formados por um mapa em formato digital. Tais mapas devem referir-se de forma integral a planta urbana da cidade como um todo, deve ser atualizado constantemente. Em Santa Catarina via de regra as prefeituras das cidades dispõem destes mapas em meios digitais construídos a partir de levantamento real.

O GIS é composto também por banco de dados das informações corporativas, ou seja, informações da empresa ou instituição que serão objetos de análises. E de um software para manipulação deste mapa e recuperação e análise que se quer.

Pelas pesquisas realizadas evidenciamos que existem diversos softwares GIS no mercado e podem ser classificados em: softwares gratuitos, softwares de código aberto, softwares livres, software semi-livre, software proprietário, software comercial,

### 4.1 SOFTWARES GIS LIVRE

A primeira idéia quando se pensa software livre (SL) é a gratuidade do mesmo. Essa idéia não está errada, mas é muito limitada.

Uchoa e Ferreira (2004) entendem que Software livre é o conceito de um programa de computador como qualquer outro programa proprietário. Ele tem a mesma finalidade, ou seja, é direcionado para atender uma determinada demanda como, por exemplo: planilhas de cálculos, editores de textos, editores de imagens, etc. O que tem diferente é o tipo de licença associada ao software livre. Esta licença deve garantir ao SL, quatro liberdades:

- A liberdade de executar o programa, para qualquer propósito;
- A liberdade de estudar como o programa funciona e adaptar o mesmo para as suas necessidades. Acesso ao código-fonte é um pré-requisito para esta liberdade;
- A liberdade de redistribuir cópias, permitindo a ajuda ao próximo;

-A liberdade de aperfeiçoar o programa e liberar os seus aperfeiçoamentos, de modo que toda a comunidade se beneficie. Acesso ao código-fonte é um pré-requisito para esta liberdade.

Software de código aberto é o conceito de softwares onde usuário tem acesso ao código fonte, podendo ser alterado para atender as suas necessidades.

Software gratuito são sistemas disponibilizados de forma gratuita, porém normalmente não podem ser modificados e não se tem acesso ao código-fonte. É possível também que a licença impeça a redistribuição do mesmo.

Software semi-livre é o software que não é livre, mas que permite: a utilização, a cópia, a modificação e a distribuição (incluindo a distribuição de versões modificadas) para fins não lucrativos.

Software proprietário são sistemas normalmente são protegidos por algum tipo de patente. Seu uso, redistribuição ou modificação é proibida, ou requer que você peça permissão, ou é restrito de tal forma que você não possa fazer livremente.

Um software proprietário pode ser feito com finalidades comerciais ou não. Um exemplo de um software proprietário que não possui finalidade comercial é o GIS SPRING do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Software comercial é desenvolvido por uma empresa visando obter alguma forma de lucro. Apesar de softwares comerciais e proprietários estarem muitas vezes associados, eles pertencem a categorias diferentes.

Existem softwares livres que são comerciais, assim como existe software de código aberto que também é comercial. Como exemplo deste último, podemos citar o JUMP (Java Unified Mapping Platform) que foi desenvolvido pela empresa canadense Vivid Solutions.

#### 4.2 SOFTWARES MAP SERVER - GIS SERVIDOR

Segundo Uchoa e Ferreira (2004) o Map Server é sistema permite o desenvolvimento de aplicações conhecidos como servidor de mapas. É o carro-chefe das aplicações de código aberto para área de Geotecnologias.

Similares comerciais deixam os concorrentes bem atrás em termos de flexibilidade no desenvolvimento de soluções de GIS para WEB.

Para iniciantes em programação, o MapServer fornece um CGI com inúmeras funcionalidades para desenvolvimento de aplicações mais simples de GIS em ambiente WEB. Dentre estas funcionalidades, podemos citar as principais:

- Suporta aos formatos de vetores: ESRI<sup>®</sup> Shapefiles, POSTGIS, ESRI<sup>®</sup> ArcSDE (versão alfa)
- Suporte ao formato matricial (apenas 8-bit): TIFF/GeoTIFF, GIF, PNG, ERDAS, JPEG e EPPL7;
- Indexação espacial quadtree para shapefiles;
- Customizável através de templates;
- Seleção de características por item/valor, ponto, área ou outra característica;
- Suporte à fonte Truetype;
- Suporte para dados matriciais e vetoriais;
- Geração automática de legenda e barra de escala;
- Geração de mapas temáticos usando expressões lógicas ou regulares baseadas em classes;
- Característica de rotulação (labels) incluindo mediação de colisão de rótulos;
- Configuração dinâmica através de URLs;
- Projeção dinâmica.

Para programadores mais experientes, o MapServer fornece um completo API que pode ser acessado através de Python, Perl, PHP, Java e C (língua nativa). O site oficial oferece uma excelente documentação para quem desejar trabalhar com esta aplicação.

É possível obter ajuda nas comunidades de usuários dentro e fora do país, sendo o Brasil um dos países colaboradores no desenvolvimento do sistema. A única ressalva com relação às línguas que permitem acesso ao API é que o suporte à Java é muito deficiente.

Com relação às especificações do OGC, este sistema trabalha com o SFS (através do PostGIS), WFS (somente leitura), WMS e GML. Já está em desenvolvimento, segundo o site oficial, o padrão WCS.

#### 4.3 SOFTWARES JUMP - GIS DESKTOP

Também segundo Uchoa e Ferreira (2004), este sistema é um Frameworks que são projetados com a intenção de facilitar o desenvolvimento de software, habilitando designers e programadores gastar mais tempo determinando as exigências do software do que com detalhes tediosos de baixo nível do sistema.

É um Java para o desenvolvimento de aplicações de GIS. Tornou-se muito popular principalmente pelo ambiente gráfico bem amigável, pela excelente documentação e pela facilidade de programar novas funcionalidades.

Neste ambiente orientado a objeto, uma característica muito interessante para instituições que estão em fase de migração é a flexibilidade de rodar em qualquer plataforma, característica da linguagem Java.

Internamente esse Framework é composto por uma biblioteca denominada JTS que implementa o padrão SFS (OGC), permitindo inúmeras análises topológicas sobre geometrias em 2D. Dentre as características técnicas, podemos citar:

- Completas ferramentas para manipulação de feições (visualização, edição e criação);
- Trabalha nativamente com arquivos em formato ESRI® Shapefiles e GML;
- Permite conexão a servidores WMS;
- Suporte ao PostGIS através de plug-in
- Com uma crescente comunidade, vários plug-ins estão sendo disponibilizados livremente na Internet, permitindo expandir as funcionalidades da ferramenta.

Uma limitação deste sistema é o fato de não possuir suporte para dados matriciais através da leitura de arquivos locais.

Para se trabalhar com dados matriciais, é necessário fazer uma conexão com um servidor WMS no qual estejam o banco de imagens, arquivos matriciais georeferenciado.

Outro ponto limitante é o fato de não existir suporte interno para tratamento das projeções. Como a maioria dos usuários de GIS não trabalha com mudanças de projeção dando ênfase às análises, isso não dificulta os trabalhos mais usuais.

#### 4.4 SOFTWARE PROPRIETÁRIO GIS- DESKTOP

Durante as pesquisas realizadas estivemos no Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis (IPUF) e entre tantas informações e dados para nossa pesquisa recebemos um GIS proprietário chamado Guia Digital de Florianópolis.

Do depoimento dos próprios funcionários do IPUF verificamos os problemas e a falta de objetividade na escolha de GIS proprietário, pois sendo o sistema proprietário não há a possibilidade de atualização do banco de dados.

E assim sendo mesmo o Guia Digital de Florianópolis funcionando muito bem como funciona acaba perdendo seu valor, pois não pode ser atualizado não podendo conter informações necessárias ao trabalho de busca digital. Se pelo menos o banco de dados fosse livre os arquivos ali contidos poderiam ser utilizados por outros órgãos públicos, como por exemplo, o CBMSC para construção de seu GIS, mas da forma como foi adquirido, o dinheiro público foi entregue a empresa para elaboração de um software, e esta continuou dona absoluta do que vendeu.

Comercialmente não há nada de errado a regra estabelecida é esta mas para GIS, que necessita de constante atualização em nosso entendimento acadêmico é um equívoco total, pois existem ferramentas livres para elaboração de um GIS, bastando apenas às instituições a contratação de empresas ou programadores para este fim. Se desta forma fosse procedido ao final à instituição seria proprietária de um GIS que poderia receber alterações constantes.

Quanto ao Guia Digital de Florianópolis serve para, apresentar de forma ilustrativa a alunos de como funciona um GIS com a função de localização de edificações e logradouros, e

como não se deve conceber uma ferramenta tão poderosa como esta capaz de solucionar tantos problemas sociais, em um órgão público.

Tratando-se aqui de ferramentas GIS para plantas urbanas, sempre que um GIS for concebido em uma região metropolitana onde existam diversas intersecções de serviços e habitações entre um ou mais municípios, os sistemas devem pelo menos ser concebidos de maneira a permitir sua utilização conjunta, sendo ideal é que sejam elaboradas em conjunto, e para isso os sistemas e banco de dados livres são adequados.

## 5 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

### 5.1 CONCLUSÃO

O GIS pode auxiliar as atividades operacionais executadas pelo CBMSC no que se refere à localização de uma ocorrência, de um imóvel e recursos de apoio existentes nas imediações.

As ferramentas de geoprocessamento podem ser fonte de consulta das informações corporativas oferecendo suporte ao planejamento e tomada de decisões das atividades de prevenção e combate a sinistros.

É correta a atitude do CBMSC na busca pela proximidade dos cursos das engenharias e das ciências exatas, tais como a Geografia, pois são estas a de maior aplicabilidade em nossa vida profissional.

A engenharia civil com todas as suas especialidades tem bem fundamentado a cultura da utilização de Softwares CAD e outros sistemas computacionais, é também a área que habilita seus profissionais, Engenheiros Civis quando conhecedores das atividades de Bombeiros, apresentarem propostas viáveis de implementação destes sistemas.

A visão equivocada da corporação com relação a capacitação de engenheiros, quando são vistos como meros operadores e gerentes de obras e serviços, já entra em falência, visão que nos tornava a todos, incluindo o autor, uma Legião de Míopes, de visão limitada que não conseguem perceber meio rico em conhecimentos para resolução de problemas. Por fim entende-se que não cabe as áreas Engenharia dentro do CBMSC em relação às demais, a invenção da roda e sim cabe utilizá-las aos pares unidos por eixo de forma eficiente e com objetivo definido.

A grande conclusão deste trabalho é de que para o CBMSC, a implantação de ferramentas GIS apenas começou e que não é tão difícil como imaginava-se mas existe muito trabalho a ser feito, sendo imprescindível a formação de equipe proposta a continuar os estudos e desenvolvimento de ferramentas de Geotecnologias.

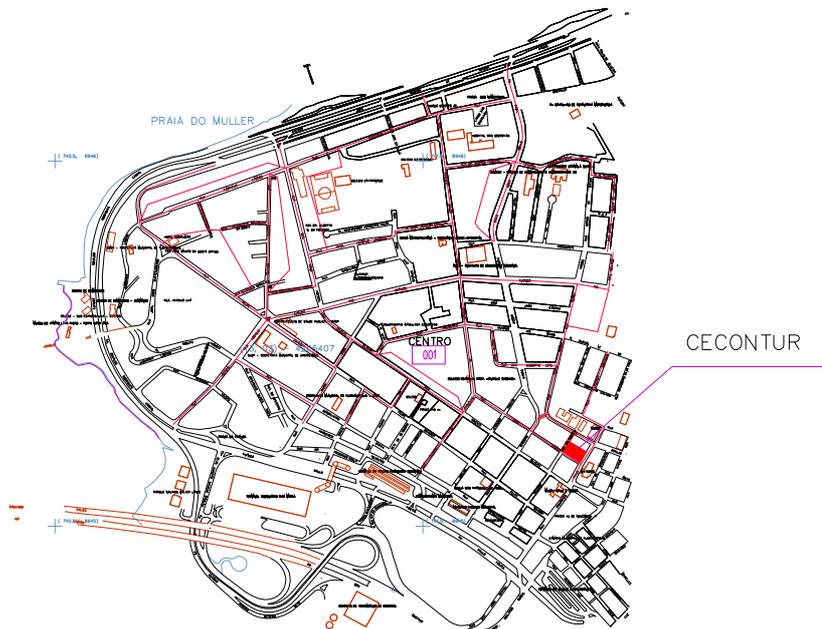


Figura 5 GIS para Bombeiros Exemplo

Fonte:GIS Data Conversion Handbook

## 5.2 JUMP MAP SERVER MySQL NO CBMSC

O estudo indica como deve ser pensando um GIS para Bombeiros. E com grande satisfação afirma-se que o CBMSC está no caminho certo.

Uchoa e Ferrari (2004), dizem a respeito de um GIS para instituições públicas, JUMP que é um Java para aplicações GIS é um dos programas mais indicados para que as instituições públicas, pois permite o desenvolvimento de suas soluções GIS para desktop, dando continuidade às mesmas sem depender de alguma empresa privada.

MapServer em síntese é um sistema que permite o desenvolvimento de aplicações do tipo “servidor de mapas”. É o carro-chefe das aplicações de código aberto para área de

Geotecnologias. Quando comparados aos similares comerciais, é superior e possui de flexibilidade no desenvolvimento de soluções de GIS para WEB.

O MySQL é um sistema de gerenciamento de banco de dados (SGBD), que utiliza a linguagem SQL (Structured Query Language - Linguagem de Consulta Estruturada) como interface. É atualmente um dos bancos de dados mais populares, com mais de 10 milhões de instalações pelo mundo. Entre os usuários do banco de dados MySQL estão: NASA, Banco Bradesco, Dataprev, HP, Nokia, Sony, Lufthansa, U.S Army, Cisco Systems e outros.

Com as opções livres apresentadas acima, fica claro que não existe justificativa técnica para uma instituição optar pela compra de um SGBD proprietário para compor uma solução de Geoprocessamento. Assim sendo, temos em síntese a dizer que, a política de SL implantada pelo CBMSC, é completamente pertinente com as possibilidades de implantação de GIS para Bombeiros. E isso ficou claro quando da formação da DiTI (Divisão de Tecnologia da Informação) do CBMSC, momento ímpar de escolha de caminhos, o Chefe da Divisão optou pelo MySQL, por onde se pode alcançar melhores resultados em muitas áreas inclusive nas áreas de Geotecnologias pois sua última versão 5.0.45 de 4 de julho de 2007, conforme o site da Wikipédia suporta GIS entre outro, possibilidade que Uchoa e Ferrari já informavam em 2004.

### 5.3 RECOMENDAÇÕES GIS SERVIDOR PARA BOMBEIROS

As pesquisas realizadas apontam para dois níveis de GIS em nossa corporação, um implantado via WEB, GIS Servidor, outro para usuário Desktop. O GIS servidor via WEB, pode ser concebido através de uma interface de SL, com a melhor solução encontrada no MapServer. O SGBD deva ser um sistema aberto, que no em nosso caso já esta definido, reforçando que a decisão na escolha do MySQL.

O GIS pode ser utilizado dentro da corporação na área administrativa e operacional. Na área operacional é onde maiores resultados podem ser produzidos em menor tempo. O GIS deve ser construído com finalidade inicial e foco nas informações coletadas na fase preventiva do

ciclo operacional, quer sejam a informação de análise de projetos preventivos quer sejam nas vistorias realizadas em edificações.

Necessita-se de alguns implementos, nas informações que devem ser introduzidas no sistema SIGAT (Sistema de Informações de Gerenciais de Atividade Técnica) do CBMSC. Estas mudanças são resumos e objetivos de informações, contendo a situação real dos sistemas preventivos contra incêndios, suas deficiências, recursos disponíveis para combate, (linhas de mangueiras, esguichos, extintores e volume e pressão de água disponível nas reservas técnicas de incêndios), situações potenciais de risco (Central de Gás Canalizado com deficiência ou existência de material explosivo ou combustível) em uma edificação.

Os vistoriadores e analistas da Atividade Técnica devem receber orientação para o levantamento destas informações, para garantia da eficiência do GIS. Entende-se que este tema juntamente com concepção dos quadros resumos deva ser objeto de estudo com envolvimento das Diretorias de Atividades Técnicas e Operacional do CBMSC.

O GIS Servidor num primeiro momento realizar as funções de localização de imóveis, ruas, avenidas praças e outras como pontes, túneis, onde por de regra se processam ocorrências, sobre uma planta urbana. Ao localizar tais objetos, estes além de conter os atributos de localização, conter outros que digam respeito as condições de segurança dos edifícios, como os quadro resumo citados anteriormente, relatórios completos de vistorias e análise de segurança contra incêndios, podendo também para as edificações mais complexas poder ser acessado planos de segurança e de contingência.

O GIS deve conter função de vizinhança para estabelecer a busca nas imediações da edificação sinistrada a fim de localizar recursos como hidrantes urbanos, linhas de mangueiras, extintores etc., de outras edificações.

Entende-se que seria exigir demais do GIS, que ele pudesse apresentar as plantas dos projetos de engenharia da construção de edifícios, função que poderia ser implementada num primeiro momento apenas para edificação com sistemas de segurança mais complexos ou de grandes riscos reais. A função anterior mencionada necessitaria da digitalização de projetos de prevenção contra incêndios já existentes nos arquivos do SAT, e a partir deste as análises de projetos e até mesmo as vistorias deveriam exigir a entrega juntamente com os projetos impressos os arquivos CAD, para inclusão no banco de dados GIS. Os arquivos dos projetos entregues em

meio digital, já são solicitados por algumas instituições e a exemplo destas os layers ou camadas dos projetos devem ser padronizados para que possam compor o banco de dados sem nenhuma alteração.

Por fim a interface de um GIS Servidor deve ser uma interface usuário contendo funções de fácil uso e uma apresentação visual leve aos olhos e que mostram apenas informações necessárias, apresentando os atributos dos objetos através basicamente cliques na tela e na medida do possível sobre o próprio objeto representado na planta urbana.

#### 5.4 RECOMENDAÇÕES GIS DESKTOP PARA BOMBEIROS

Entende-se que o GIS Desktop para Bombeiros pode ser a porta de ligação do CBMSC com as ciências de Geotecnologias, Se iniciada na Corporação a difusão desta idéia, principalmente nos níveis de comanda e com a inclusão do tema nos curso de formação, conseguiremos atingir em breve o objetivo de introduzir na cultura de bombeiro a lógica das Geotecnologias.

A proposta revestida de dualidade estratégica, na sugestão decisória. A primeira propondo que através de um GIS os comandantes que tem a sua disposição recursos financeiros compreendam a necessidade e invistam nesta área, e ainda obtenham os bancos de dados geográficos das cartaz urbanas municipais, orientados pelo DiTI. A segunda é que realmente os comandantes dos quartéis operacionais, que vivem o dia a dia dos problemas de atendimentos a emergências, possam através de um GIS Desktop pensar e implementar soluções de problemas para posterior implementação de solução de forma corporativa no GIS Servidor.

Algumas áreas apresentam-se maduras há muito tempo e carecendo de um GIS para análise e apresentação de informações. A primeira é a Análise de Risco de Edificações em Centros Urbanos. Hoje com o conhecimento de Geoprocessamento e partindo dos conceitos ali descritos temos certeza que a ferramenta GIS Desktop, poderia efetivamente materializar idéia de análise urbana a fim de gerar intervenções no sentido de assegurar a habitação de pessoas em uma zona de elevado risco potencial de incêndios.

A outra área é a de salvamento aquático. O Ten Cel Onir Mocelin durante sua aula de salvamento de praias ministrada ao Curso de Comando e Estado Maior (CCEM) dos oficiais do CBMSC neste ano apresentou em um dado momento fotografia aérea com a localização dos postos de salva vidas, nas praias do litoral catarinense fazendo referência aos distanciamentos ideais entre postos salva vidas para o atendimento de ocorrências. Também mencionou a dificuldade encontrada para análise dos dados de ocorrências atendidas que foram recuperadas de formulários manuscritos.

Podem ser identificadas outras áreas de aplicações para GIS Desktop, poderia ter realizado análise e posteriormente registro de todos os atendimentos para recuperação e análise dos dados. De forma infinita poderíamos citar as possibilidades de um GIS desktop onde o usuário busca suas soluções, lembrando que a base do GIS é sempre uma planta CAD de uma cidade ou região, ou um mapa georeferenciado como base de dados gráfica.

Analisado as formas de construção e obtenção dos mapas e cartas nos falta dizer que as prefeituras municipais são neste sentido os melhores parceiros para desenvolvimento do GIS, grande maioria possui algum tipo de levantamento cadastral urbano, tão mais preciso quanto mais complexa e maior a carta urbana, a grande maioria das cidades dispõe da base de dados geográfica sobre a qual pode ser construído um GIS.

É o entendimento vigente entre os estudiosos de SL o assunto que o melhor sistema para implantação do GIS Desktop, para implantação no CBMSC dentro desta proposta é o Sistema JUMP. Apontado como tal por ser mantido por grupo de estudos muito forte e atuante, ressalvado o fato de que o JUMP é concebido sobre a linguagem JAVA que necessita muita memória do Desktop para funcionamento.

Este SL, é indicado para utilização em desenvolvimento de GIS para instituições públicas, é um framework, um sistema criado para construção de outros sistemas, utiliza arquivos Shapefiles, apresentando um ambiente de trabalho bastante simples e agradável.

## 5.5 OUTRAS RECOMENDAÇÕES A RESPEITO DE GIS

Geotecnologias no CBMSC devem passar pela disseminação dos conhecimentos dos programas CAD. Que permitem a construção de base de dados espacial de qualquer GIS. Existem inúmeros SL CAD, e software proprietários a disposição. O CBMSC utiliza de forma institucional três cópias do software proprietário do qicad.v3 da AltoQi empresa integrante Associação Catarinense de Empresas de Tecnologia.

Este programa foi adquirido após a análise do mesmo junto o DiTI e apresenta uma solução viável par importação e exportação e análise de arquivos em duas dimensões elaborados por outros sistemas, como o caso de arquivos Auto CAD e MicroStation. É uma solução barata e confortável tendo em vista as facilidades de assessoramento via WEB, os cursos on line, bem como a empresa disponibiliza dowlnods das atualizações do sistema. O custo do qicad.v3, para aquisição individual é de oitocentos reais, para instituições existem preços promocionais, de forma que em nossa compra tivemos cerca quarenta por cento de desconto do valor.

O SL Qcad que está disponível no mundo livre em vários sites(s), como por exemplo, o <http://superdownloads.uol.com.br>.

As potencialidades de um programa CAD até este estudo não se presenteavam claras, a necessidade objetiva dos membros da corporação conhecerem estes programas, durante as abordagens deste estudo torna-se evidentes dentro de necessidade real e urgente destes conhecimentos na corporação, logo se recomenda a inclusão em todos os níveis de ensino da corporação dos conhecimentos software CAD.

São recomendados em todos os níveis da corporação os conhecimentos de Geotecnologias, entendendo estas como a evolução dos conhecimentos de topografia, portanto sugere-se a inclusão nos diversos níveis de ensino o conhecimento de programa JUMP como framework para desenvolvimentos de GIS.

Ainda recomenda-se que de analistas, vistoriadores e protocolistas da Atividade Técnica, sejam inseridos no universo de Geotecnologias de forma que possam iniciar os trabalhos de coletas de dados geográficos e corporativos para concepção final do GIS Servidor e neste processo as Diretorias Operacional e de Atividade Técnica devem ser incluídas como orientadores da concepção do GIS Servidor, que possa atender as necessidades da área operacional.

A recomendação vigente é a alocação de integrante da instituição da equipe de trabalho da TI (Tecnologia da Informação) para gerenciamento de projeto específico GIS para Bombeiros, dentro de cronograma estabelecido tendo por parâmetros os recursos de pessoal e financeiro disponíveis. Entendendo o termo alocar, disponibilizar parte do tempo útil de serviço de um recurso de mão de obra.

Recomenda-se ainda que a inserção das informações registrados em nosso banco de dados devem ser revistas, pois em alguns anos de trabalho vivenciou-se a inserção de muitas informações desconexas e sem objetividade, como foi entendido durante o estudo a boa eficiência do GIS enquanto sistema de apoio a tomada de decisões depende em muito da acurácia das informações e de sua objetividade, itens fundamentais na coleta para inserção final nos bancos de dados corporativos.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMS TÉCNICAS. NBR 14166: **Rede de referências cadastrais municipais - Procedimentos**. Rio de Janeiro, 2001.

ARONOFF, S. (1989). **Geographical information system: a management perspective**. Ottawa: WDL.

BRASIL. Constituição. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal, 1988.

VIDAL, Deivid Univaldo. **Estudo Sobre Compartimentação Horizontal e Vertical**. Trabalho de conclusão de Curso (Especialização). Academia de Bombeiros Militar. Florianópolis, 2006.

CAMARA, G. et al. (1996). **Anatomia de sistemas de informações geográficas**. Escola de Computação; SBC.

CAMARA, G.; DAVIS CLODOVEU (2004a). **Introdução a ciência da geoinformação**. São José dos Campos: INPE.

CRETELLA JUNIOR, José. **Direito administrativo municipal**. 2 ed. Rio de Janeiro: Forense, 1981.

EDUARDO, Melo. **O que o GIS pode fazer**. Disponível em <http://www.geologo.com.br/GIS-EDUMELO.ASP> Acesso em 10 ago. 2007.

FERRARI, R. (1997). **Viagem ao SIG: planejamento estratégico, viabilização implantação e gerenciamento de sistemas de informação geográfica**. Curitiba: Sagres.

FILHO, Eduardo Berquó J. **Prevenção de Incêndios. Proposta de procedimento básico para realização de vistorias nos sistemas de proteção contra incêndios, nas edificações e áreas de**

**risco abrangidas pelo Projeto Técnico Simplificado.** Monografia (Curso de Aperfeiçoamento de oficiais). Centro de Aperfeiçoamento e Estudos Superiores. São Paulo. 2002.

GONCALVES, Pablo Rodrigo. **Sistema de informação geográfica para apoio a decisão ao combate a incêndio.** Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de SP, (2005).

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4.ed. São Paulo: Atlas, 2002.

HUXHOLD, W.E.; LEVINSHON, A.G. (1995). **Managing geographic information projects.** Oxford: University Press. (1995).

KORTE, George. **The GIS BOOK.** 2ª ed. Santa Fe USA. 1992.

LAUDON, K.C.; LAUDON, J.P. **Sistemas de informações.** Rio de Janeiro: LTC. 1999.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos da Metodologia Científica.** 3 ed. São Paulo: Atlas, 1991.

LAZZARINI, Álvaro. **Estudo de direito administrativo** 1.ed. São Paulo: RT- Escola Paulista de Magistratura, 1996.

MAGUIRE, D.J.; GOODCHILD, M.; RHINDS, D.W. (1991). **Sistemas de Informações Geográficas: princípios e aplicações.** New York: John Willey.

MAUS, Álvaro. **Segurança Contra Sinistros Teoria Geral.** 1ª ed. Florianópolis: Editograf, 1999.

MARTINS, Gilberto de Andrade. **Manual para elaboração de monografias e dissertações.** 2.ed. São Paulo: Atlas, 1994

MEIRELLES, Hely Lopes. **Direito Administrativo Brasileiro**. 33ª ed. São Paulo: Malheiros. 2007

MENEGUETTE, A. (2001). **Curso em ciências cartográficas**. Disponível em:<[http://www.multimidia.prudente.unesp.br/arlete/hp\\_arlete/courseware/course.htm#icm](http://www.multimidia.prudente.unesp.br/arlete/hp_arlete/courseware/course.htm#icm)>. Acesso em: 10 jan. 2005.

MOCELIN, Onir. **Guarda vidas civis no Salvamento Aquático**. Florianópolis, 2007. Palestra disciplina Atualização Operacional de Bombeiros. Curso Comando e Estado Maior.

MONTGOMERY, E. Glenn; SCHUCH C. Harold. **GIS Data Conversion Handbook**. Fort Collins, Colorado,USA. 1993.

MOVIMENTO SOFTWARE LIVRE PARANÁ. **Geolivre para Linux**. Disponível em: <<http://www.softwarelivreparaná.org.br/modules/mydownloads>>. Acesso em: 03 out. 2007.

MySQL, Banco de Dados Suporte para GIS. **Versão 5.0.45 de 4 de julho de 2007**, Disponível em :< <http://pt.wikipedia.org/wiki>>. Acesso em: 20 set. 2007.

QCAD, Super dowlands. **Software CAD Livre**. Disponível em:<<http://superdownloads.uol.com.br/>>. Acesso em 03 out. 2007

SANTA CATARINA. POLÍCIA MILITAR. CORPO DE BOMBEIROS. **Norma de Segurança Contra Incêndio**. Florianópolis, 1992.

VERGARA, Sylvia Maria. **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração**. São Paulo: Atlas, 1997.

UCHOA, Helton Norberto; FERREIRA, Paulo Roberto. **Geoprocessamento com Software**. Disponível em: < <http://www.geolivre.org.br/modules/mydownloads/>>. Acesso em: 01 ago. 2007.

ANEXOS A

### Diagrama Informações SAT

