



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

Thiago Rodrigo Pereira da Silva

**OTIMIZAÇÃO DO SERVIÇO DE ATENDIMENTO MÓVEL DE
URGÊNCIA - SAMU/192 DE PETROLINA-PE UTILIZANDO
SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS**

Juazeiro – BA
2010

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

Thiago Rodrigo Pereira da Silva

**OTIMIZAÇÃO DO SERVIÇO DE ATENDIMENTO MÓVEL DE
URGÊNCIA - SAMU/192 DE PETROLINA-PE UTILIZANDO
SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS**

Trabalho apresentado à Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, Campus Tecnológico, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Paulo César Rodrigues de Lima Júnior

Juazeiro-Ba
2010

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**FOLHA DE APROVAÇÃO
Para TFC**

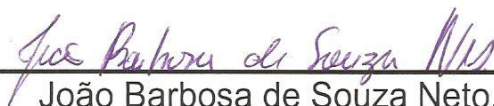
Thiago Rodrigo Pereira da Silva

**OTIMIZAÇÃO DO SERVIÇO DE ATENDIMENTO MÓVEL DE
URGÊNCIA - SAMU/192 DE PETROLINA-PE UTILIZANDO
SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS**

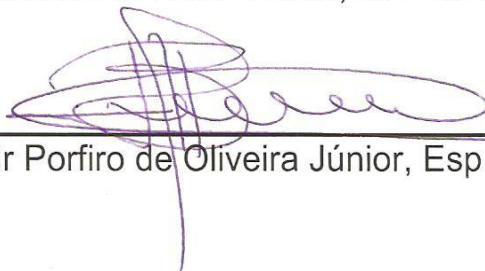
Trabalho Final de Curso apresentado como requisito parcial para
obtenção do título de Engenheiro de Produção, pela Universidade
Federal do Vale do São Francisco.



Paulo Cesar Rodrigues de Lima Júnior, Dr. – UNIVASF



João Barbosa de Souza Neto, Dr. - UNIVASF



Cap. Moacir Porfiro de Oliveira Júnior, Esp. - CBMPE

Aprovado pelo Colegiado de Engenharia de Produção em 30/07/2010

Silva, Thiago Rodrigo Pereira da.
S586o Otimização do serviço de atendimento móvel de urgência – Samu
192 utilizando sistemas de informações geográficas / Thiago Rodrigo
Pereira da Silva. – – Juazeiro, 2010.
70f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade
Federal do Vale do São Francisco, Campus Juazeiro, para graduação
em Engenharia Produção, 2010.
Orientador: Prof. Dr. Paulo César Rodrigues de Lima Júnior.

Inclui referências bibliográficas.

1. Geoprocessamento – Petrolina (PE). 2. Sistemas de
Informações Geográficas – Petrolina (PE). 3. SAMU I. Título. II. Lima
Júnior, Paulo César Rodrigues de. III. Universidade Federal do Vale
do São Francisco.

CDD 910.285

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Integrado de Biblioteca
SIBI/UNIVASF

Dedico esse trabalho a memória
daquele que um dia sonhou em ver
seu neto engenheiro, meu avô.

Agradecimentos

Agradeço a Deus por toda ajuda que tem me dado. Por demonstrar o quanto aprendemos, tanto nos bons momentos, quanto nos ruins. Por ensinar que com paciência tudo dará certo.

A minha família, por todo carinho, ajuda e acima de tudo confiança. Ao meu avô, pelo incentivo a graduação e pelas experiências repartidas, muitas saudades. A minha mãe, minha base sólida, por todo amor, por toda confiança, apoio, pelas sabias palavras e pelos ensinamentos que formam o meu caráter. Ao meu pai, pelos conselhos nos momentos difíceis, pela segurança e força. Aos meus tios e primos pela perseverança.

A todos os professores da graduação, pelos ensinamentos e pela disponibilidade. Ao professor Paulo César, por ser referência, pelos ensinamentos, por repartir experiências e aceitar em ser meu orientador. Por mostrar soluções simples de problemas complexos. Pela paciência, preocupação e dedicação. Por ensinar lições que levarei para toda vida. Muito obrigado mestre!

Agradeço a toda junta médica e profissional do SAMU de Petrolina-PE, pela receptividade, dedicação e fornecimento de informações necessárias para realização deste trabalho.

A todos meus amigos pela confiança, pela amizade e lealdade. Em especial aos amigos da graduação, pelos bons momentos.

Quero agradecer, em especial, a Cheila por todo amor, paciência, compreensão, pelas palavras reconfortantes e pelo apoio durante toda graduação.

Muito obrigado!

“Quem, de três milênios, não
é capaz de se dar conta, vive na
ignorância, na sombra,
à mercê dos dias, do tempo”.
Johann Goethe

Resumo

Este estudo trata da demonstração das potencialidades das ferramentas de geoprocessamento na otimização do Serviço de Atendimento Móvel de Urgência – SAMU/192 de Petrolina-PE. Neste tipo de serviço, o tempo é fator crucial e a rápida e correta manipulação de informações constitui um preceito básico ao desenvolvimento de um programa eficaz e eficiente no atendimento aos seus usuários. O conhecimento e domínio efetivo de variáveis ligadas à prestação dos serviços em questão, possibilitam a elaboração de políticas que possam efetivamente contribuir com a melhoria dos mesmos e com a ampliação de seu alcance às diversas camadas da sociedade. Neste cenário, a implantação de um banco de dados georeferenciados, implementado em SIG, auxilia o desenvolvimento do sistema, dando suporte às análises elaboradas e apoiando a tomada de decisões estratégicas. Para o desenvolvimento de tal propósito, realizou-se a criação de uma base geográfica do mapa da cidade de Petrolina-PE, contento os eixos das ruas e bairros utilizando o ArcGIS, software que trata de dados geográficos com algoritmos capazes de realizar diversas funções geoespaciais. Além disso, foram coletados dados junto ao SAMU de Petrolina-PE para realizar a aplicação de técnicas de geoprocessamento para o estudo de melhoria de rotas e para análise de possíveis posicionamentos das ambulâncias em ponto estratégicos. Também foram realizadas simulações para a localização da sede do SAMU de maneira que tenha uma maior área de cobertura na cidade.

Palavras-chave: Geoprocessamento, Otimização, SIG, SAMU/192 e ArcGis.

Abstract

This research concerns on the demonstration of the potential of GIS tools in the optimization of the *Serviço de Atendimento Móvel de Urgência - SAMU/192* of Petrolina-PE. In this type of service, time is a crucial factor and the quick and correct manipulation of information is a basic precept for the development of an effective and efficient service to its users. The knowledge and mastery of effective variables related to the provision of relevant services enable the development of policies that can effectively contribute to the improvement and extending of their reach to different layers of society. In this scenario, the creation of a georeferenced database, implemented in GIS, helps the development of the system, giving support to the analysis and to the strategic decision making. To reach this objective, we created a geographic base map of the city of Petrolina, including a layer of axes of the streets using the ArcGIS software, which deals with spatial data algorithms capable of performing diverse geospatial functions. In addition, data were collected from the SAMU Petrolina-PE to grant the application of GIS techniques for the study and improvement of routes and for analysis of possible placements for ambulances at strategic points. Simulations to locate the headquarters of the SAMU were also performed.

Keywords: GIS, Optimization, SAMU/192 e ArcGis.

Lista de Ilustrações

Figura 1 - Atendimento na Guerra.....	26
Figura 2 - Primeira ambulância que atingia 30 Km/h.....	27
Figura 3 - Primeira ambulância	27
Figura 4 Primeiros modelos de atendimentos móveis na França.....	28
Figura 5 - SAMU realizando transporte de vítima ocasionado por um acidente.....	30
Figura 6 - Unidade de Suporte Avançado - USA.....	32
Figura 7 - Sistemática do Atendimento Móvel de Urgência.....	33
Figura 8 - Modelos de plantas de cidades.....	35
Figura 9 – Primeiras estruturas no Brasil.	37
Figura 10 – Primeiros modelos computacionais.....	37
Figura 11 - Mapas temáticos.....	40
Figura 12 - Cidades georreferenciadas	40
Figura 13 - Dados geoespaciais produzidos pelo ArcGIS	45
Figura 14 - Roteirização por tempo	48
Figura 15 - Roteirização por distância.....	48
Figura 16 - Mapa da cidade de Petrolina-PE	49
Figura 17 - Mapa da cidade de Petrolina em formato dwg.....	53
Figura 18 - Mapa de eixos de Petrolina com ruas, avenidas e bairros.....	54
Figura 19 - Detalhe do mapa de eixos de Petrolina com as ruas e os bairros	54
Figura 20 - Combinação de ruas e bairros.	55
Figura 21 Camada de Polígonos Identificando os bairros.....	55
Figura 22 – Senso dos principais bairros de Petrolina-PE.	57
Figura 23 - Delineamento dos bairros	58
Figura 24 - Rota de resgate no bairro José e Maria	61

Figura 25 - Rota de resgate no bairro Cohab VI com encaminhamento a hospital. ..62	
Figura 26 - Áreas de coberturas no intervalo de 0 a 5 minutos63	
Figura 27 - Áreas de coberturas no intervalo de 0 a 5 minutos64	
Figura 28 - Área de cobertura com ambulâncias em pontos estratégicos.....65	

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Fatores que levam a óbito.....	22
Tabela 2 - Total geral de atendimentos com USA e USB no SAMU - 2009	56

Lista de Abreviaturas e Siglas

APH - Atendimento Pré Hospitalar

EUA – Estados Unidos da América

MS - Ministério da Saúde

SAMU/192 - Serviços de Atendimento Móvel de Urgência

SIG - Sistemas de Informações Geográficas

SMUR - Serviços móveis de Urgência e Reanimação

UHM - Unidades Hospitalares Móveis

USA - Unidades de Suporte Avançada

USB - Unidades de Suporte Básico

Sumário

AGRADECIMENTOS	V
RESUMO	VII
ABSTRACT	VIII
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	IX
LISTA DE TABELAS	XI
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	XII
1 INTRODUÇÃO	16
1.1 Motivação.....	16
1.2 Definição do Problema.....	19
1.3 Justificativa.....	21
1.4 Objetivos	24
1.4.1 Objetivo Principal	24
1.4.2 Objetivos Específicos.....	24
1.5 Estrutura do Trabalho.....	24
2 REVISÃO DA LITERATURA	26
2.1 Serviço de Atendimento Móvel de Urgência - SAMU.....	26
2.1.1 SAMU no Brasil.....	29
2.1.2 Como funciona o SAMU no Brasil?.....	30
2.1.3 Benefícios proporcionados pelo SAMU.....	31
2.1.4 Implantação	31
2.1.5 Características do Serviço Móvel de Urgência.	32

2.2	Sistema de Informação Geográfica – SIG.....	35
2.2.1	Geoprocessamento.....	35
2.2.2	Histórico do Geoprocessamento.....	36
2.2.3	Cartografia para Geoprocessamento.....	38
2.2.4	Subsistemas para um SIG.....	40
2.2.5	Funções de um SIG.....	40
2.2.6	Aplicação.....	41
2.2.7	Questão Tecnológica.....	44
2.3	ArcGIS.....	45
2.3.1	Edição no ArcMap.....	47
2.4	Cidade de Petrolina-PE.....	49
2.4.1	Histórico.....	50
2.5	Conclusão.....	51
3	METODOLOGIA.....	52
3.1	Tipo e Natureza da Pesquisa.....	52
3.2	Elaboração da base geográfica.....	53
3.3	Obtenção de dados do SAMU.....	56
3.4	Tratamento e Análise dos Dados.....	58
3.4.1	Rota de Resgate.....	59
3.4.2	Rota de Resgate e encaminhamento ao Hospital mais próximo.....	59
3.4.3	Área de Cobertura.....	60
4	ANÁLISE DE RESULTADOS.....	61
4.1	Roteirização e Encaminhamento ao hospital.....	61
4.2	Área de cobertura.....	63
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	66

5.1 Conclusões	66
5.2 Recomendações	67
REFERÊNCIAS.....	68

1 INTRODUÇÃO

1.1 Motivação

Os avanços medicinais assim como a melhoria contínua das condições sanitárias reduziram as mortes por vários tipos de doenças, por outro lado, o crescimento acirrado dos meios de transportes, a violência generalizada, o sedentarismo, a má organização física das cidades, contribuíram para a existência e necessidade das urgências¹ médicas, sejam traumáticas (acidentes de trânsito, incêndios, desmoronamentos) ou clínicas (acidentes cardiovasculares, queimaduras, choques elétricos, envenenamentos), levando ao óbito das vítimas muitas vezes. No Brasil, essas constatações seguem a tendência mundial onde o perfil da mortalidade se altera de forma crescente (TANI, 2003). Contudo, o atendimento à vítima, nos primeiros instantes após a ocorrência, pode evitar ou minimizar diversos danos à saúde física e mental.

São inúmeros os benefícios que os serviços de urgências desempenham na sociedade para garantir o bem-estar comum e proporcionar uma melhor qualidade de vida à população envolvida. Assim, a administração desses serviços e a análise do dimensionamento são de grande interesse prático e versátil em vários setores que envolvem esses serviços, tais como, medicina, transportes e logística, dentre outros (TAKEDA, 2000).

O tempo é fator decisivo no atendimento de emergência² e determinante para a sobrevivência da vítima. É das variáveis mais importantes na prestação de socorro, sendo um dos principais indicadores da eficácia do sistema. De acordo com Brown (1994) citado por Destri Junior e Valente, (2005), há uma relação direta entre o tempo que a ambulância demora a chegar e prestar os primeiros atendimentos, e a proporção de casos graves e fatais.

¹ Quando há ocorrência imprevista de agravo à saúde, desde as não graves até as graves, tendo risco ou não de vida, cuja vítima necessita de assistência médica imediata.

² Quando há constatações médicas de condições de agravo à saúde, são todas as situações clínicas de estabelecimento súbito, cujo estado impliquem risco iminente de vida ou sofrimento intenso, necessitando, portanto, tratamento médico imediato.

O Governo Federal em 1999, após analisar e concluir a necessidade de mudar o perfil nos atendimentos emergenciais promulgou a primeira Portaria 824, de 24 de junho, no qual o Ministério da Saúde – MS, determina: Atendimento Pré-Hospitalar – APH, o que será concedido nos primeiros minutos após o agravo à saúde. A iniciativa do Governo Federal visa padronizar, normatizar, estruturar e consolidar esse tipo de serviço de atendimento no País. Mas, é importante, neste caso, voltar à atenção para os aspectos operacionais do sistema que será proposto, e não apenas o aspecto estrutural, para que problemas citados anteriormente não continuem existindo.

Baseado nessas virtudes, em 05 de Novembro de 2002 o Ministério da Saúde publicou a Portaria 2048, onde estabelece atribuições, competências e diretrizes da regulação³ médica dos sistemas estaduais de urgência e emergência. Determina ainda, todos os recursos e competência dos profissionais envolvidos no APH, assim como os tipos de viaturas, os equipamentos e medicamentos necessários. Sendo assim a portaria 1864 de 29 de Setembro de 2003 declara a unidade pré-hospitalar da Política Nacional de Atenção às Urgências, por intermédio da Implantação de Serviços de Atendimento Móvel de Urgência – SAMU/192, em todas as cidades e regiões brasileiras.

Com a finalidade de prestar socorros à população o SAMU é um programa que se destina a casos emergenciais. Visa reduzir o número de óbitos, assim como minimizar os impactos causados pelas sequelas decorrentes da falta de socorro precoce. Funciona 24 horas (inclusive feriados) e conta com equipe de profissionais capacitados de saúde, como médicos reguladores, enfermeiros, técnicos de enfermagem, motoristas e socorristas que atendem a diversas urgências de natureza traumática, clínicas, pediátrica, gineco-obstétrica, cirúrgica e de saúde mental (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2008).

No Estado de Pernambuco o SAMU está instalado em 28 municípios e cobre 37 cidades, atendendo a 5 milhões de pernambucanos – 59% da população. Em Petrolina – PE, a Prefeitura Municipal, junto com os Governos Estadual e Federal disponibiliza alguns serviços de atendimento móvel para a população, entre os quais está o SAMU. É composto por um conjunto de ambulâncias que fazem o percurso

³Regulação médica surgiu quando houve a necessidade de cuidados intensivos fora do hospital, e precisavam em um primeiro momento de pré-avaliação para analisar a real necessidade das solicitações.

do ponto de atendimento até a unidade fixa mais próxima, dentro das delimitações do município (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2008). Conforme o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2009), a cidade de Petrolina - PE apresenta uma taxa de urbanização de 76,1%. Esse dado é de enorme importância, pois confirma a intensa movimentação da população urbana, aumentando o fator de risco iminente a saúde.

Pela natureza de sua importância, para garantir o êxito no cumprimento de suas tarefas, o SAMU necessita de um processo de melhoria contínuo, utilizando ferramentas capazes de auxiliar no melhor atendimento das ocorrências, assim como estudos científicos para localização estratégica, com o objetivo de reduzir o tempo de deslocamento ao local da chamada, economizando gastos desnecessários e melhor aproveitamento.

É com base nesse cenário, de busca por otimização⁴ do serviço móvel de urgência, que este trabalho se justifica, buscando propiciar uma maior eficiência no cumprimento das tarefas do SAMU para benefício da população envolvida.

⁴ Neste texto, o termo “otimizar” será utilizado no sentido de “melhorar até onde pudermos (aperfeiçoar)”, oferecendo uma alternativa para o sistema analisado. Neste contexto, todo e qualquer sistema poderá ser objeto de otimização.

1.2 Definição do Problema

Problemas de roteirização⁵, localização de unidades de resgate, comunicação entre os agentes e programação de veículos destacam-se como aqueles de maiores incidências em unidades de serviços de atendimento de urgência, face ao seu caráter altamente operacional, sendo constatado desde grandes até pequenas cidades (TAKEDA, 2000).

Quando vidas estão em risco, a agilidade no processo de tomada de decisão é fundamental, vez que, o tempo é crucial no atendimento de urgência. Para facilitar sua realização, a cadeia do sistema deve dispor de fatores fundamentais, como localização estratégica, que cubra toda área no atendimento; conhecimento geográfico desta; assim como quantidade suficiente de ambulância e seu devido posicionamento, frente às necessidades.

Nos últimos anos, a disponibilidade de recursos tecnológicos voltados à aplicação de processos de interação, sistemas de processamento de informações, tem evoluído bastante, substituindo os processos usuais por técnicas mais eficientes.

As potencialidades destes recursos devem ser exploradas e o papel das técnicas de gestão é de suma importância para o pronto atendimento destas necessidades.

Em função da resolução destes problemas, os Sistemas de Informações Geográficas – SIG caracterizam-se essencialmente por associar as ferramentas de um banco de dados como uma coleção organizada de hardware, software, dados geográficos alfanuméricos a dados espaciais, projetados para eficientemente capturar, armazenar, atualizar, manipular, analisar e apresentar informações referenciadas geograficamente permitindo ao usuário trabalhar esses dados para extrair informações que o auxiliem na tomada de decisão. No caso da roteirização, a partir da simulação de cenários, os efeitos da variação de alguns parâmetros do problema (horários de atendimento, capacidade e número de veículos, mapeamento

⁵ O termo roteirização, embora não encontrado nos dicionários de língua portuguesa, é a forma que vem sendo utilizada como equivalente ao inglês “routing” para designar o processo de determinação de um ou mais roteiros ou sequencias de paradas a serem cumpridos por veículos de uma frota, objetivando visitar um conjunto de pontos geograficamente dispersos, em locais pré-determinados, que necessitam de atendimento.

da área envolvida) são analisados na busca de uma solução satisfatória (CÂMARA, 2007).

Com base nessas informações, tendo em vista contribuir com o aumento de pesquisas nessa área, propõe-se um estudo exploratório na cidade de Petrolina - PE, para que se possa dispor de conhecimentos científicos sobre a aplicação de recursos geográficos para auxílio na tomada de decisão do SAMU, em prol da população.

Para isso, faz-se o seguinte questionamento:

Como otimizar o serviço de atendimento móvel de urgência – SAMU, ao usuário em Petrolina – PE, com a ajuda dos SIG?

1.3 Justificativa

O ser humano está sujeito a vários fatores que podem levá-lo a óbito. Se por um lado o progresso da tecnologia vem mudando o quadro de mortalidade com melhorias sanitárias e desenvolvimento medicinal, a explosão dos meios de transporte, a violência generalizada e o apogeu da criminalidade contribuíram para causar uma grande demanda em urgências médicas (TANI, 2003).

A preservação da vida humana tem sido uma luta árdua e cotidiana que os médicos e seus colaboradores travam contra o tempo que ocorre em todas as cidades do mundo.

É proporcional o crescimento do número de chamadas para atendimento com o crescimento da população. Isso implica em uma necessidade de funcionalidade na prestação de socorro, assim como, uma melhoria contínua nos serviços necessários para execução. O sistema de fluxo informacional deve ser bastante preciso, pois a garantia dependerá da qualidade.

Desses problemas e falhas, emerge uma constatação: o serviço de urgência vem sendo abordado muito em seu caráter médico e político, em detrimento aos aspectos gerenciais e operacionais, que em última instância, são o que garantem a execução do mesmo. Médicos, ambulâncias e hospitais por si só não são suficientes. Numa emergência, o deslocamento das viaturas (até a vítima e para o hospital) tem de ser rápido. A troca de informações entre atendentes, médicos e hospitais tem que ser confiável, auditável e precisa. Um minuto perdido implica em significativas chances de danos a saúde da vítima (TANI, 2003).

Este fato deu visibilidade ao serviço de atendimento móvel de urgência onde o tempo, a precisão e a habilidade são fatores determinantes para a eficácia do sistema, auxiliada pelas múltiplas funções que servem de apoio à logística da operação, como o manuseio do fluxo de informações, o posicionamento de pontos de facilidades, o deslocamento de unidades de resgate, dentre outras.

Segundo o IBGE (2009) uma estimativa da população da cidade de Petrolina-PE é de 282 mil habitantes, em uma área de 4.559 Km².

De acordo com o Ministério da Saúde, em 2008, foram a óbito em Petrolina-PE um total de 413 pessoas, sendo 199 mulheres e 214 homens. Essa contestação pode ser analisada na Tabela 1.

Tabela 1 - Fatores que levam a óbito

Fatores	Homens	Mulheres	Total
Doenças	187	186	373
Transtornos Mentais	1	0	1
Gravidez, parto.	0	3	3
Congênitas	0	3	3
Lesões	20	3	23
Contatos com Serviço de Saúde	6	4	10
Total	214	199	413

Fonte: Ministério da Saúde, 2008.

O Brasil possui atualmente, sistemas de atendimento às urgências implantadas que apresentam diversos problemas, segundo Destri Jr. e Valente, (2005), conforme visto a seguir:

- Falta de estudo com base científica na instalação de unidades físicas (hospitais, prontos-socorros) e móveis (ambulância);
- Dificuldade para encontrar o local da urgência;
- Inexistência ou deficiência na comunicação entre os profissionais envolvidos (gestores, hospitais, centrais de regulação, ambulâncias);
- Falta ou deficiência de estrutura informatizada adequada para operação das informações;
- Falta de padronização e o mau armazenamento de dados, dificultando as operações de rastreamento, análise e auditorias, que visam à melhoria constante dos serviços;
- Falta de manutenções periódicas nas ambulâncias e em equipamentos indispensáveis para o atendimento;
- Dificuldade para fornecer o apoio necessário para decidir a roteirização, por exemplo, ao deslocamento das ambulâncias.

Por essas razões a implantação de procedimentos que busquem a otimização do sistema de atendimento ao usuário é tão importante. A falta de um sistema específico, voltado para manuseio de informações geoprocessadas reflete em consequências muitas vezes irreversíveis, onde a prioridade é a preservação da vida humana.

Para que este serviço tenha êxito no cumprimento de suas tarefas, é preciso que se busque, além da eficácia, a eficiência dos processos envolvidos, o que justifica a aplicação do conhecimento e das ferramentas de aperfeiçoamento de processos.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo Principal

Buscar a otimização do Serviço de Atendimento Móvel de Urgência através da utilização de Sistemas de Informações Geográficas.

1.4.2 Objetivos Específicos

O objetivo geral desdobra-se em objetivos específicos, que são:

- Criar uma base de dados georeferenciada contendo as ruas da Cidade de Petrolina – PE, utilizando uma ferramenta de geoprocessamento (ArcGIS);
- Analisar de forma científica as opções para localização de um local estratégico para a sede do SAMU e estacionamento das Ambulâncias;
- Buscar um procedimento que ajude a minimizar as rotas de atendimento em função do tempo.

1.5 Estrutura do Trabalho

Esse trabalho está estruturado em quatro capítulos, além desse capítulo introdutório.

O segundo capítulo traz um resumo teórico dos conceitos que norteiam esse trabalho e a revisão bibliográfica abordando os temas de Sistemas de Informações Geográficas e Geoprocessamento, assim como, o conhecimento do software que será adotado para elaboração do sistema, o ArcGIS, e obtenção de informações acerca da cidade de Petrolina-PE.

O terceiro capítulo foi destinado a expor a metodologia adotada, os procedimentos de obtenção dos dados necessários e os parâmetros para realização dos objetivos propostos.

O quarto capítulo apresenta os resultados obtidos na pesquisa de campo, e a análise dos mesmos.

Por fim, o quinto capítulo expõe as conclusões sobre os resultados obtidos e as oportunidades para trabalhos futuros.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo serão abordados conceitos importantes a respeito do SAMU. Apresentam-se as funções do Geoprocessamento na busca de resoluções de problemas reais abordando situações de tomada de decisão, utilizando-se dos conhecimentos da Pesquisa Operacional e da Logística.

Finalmente, o estudo dos conceitos referentes aos Sistemas de Informações Geográficas tornar-se-ão evidentes. Conecerá-se a utilização de ferramentas computacionais de softwares como o ArcGIS e um breve conhecimento da cidade de Petrolina-PE.

2.1 Serviço de Atendimento Móvel de Urgência - SAMU

A necessidade de oferecer suporte aos feridos na guerra fez surgir à idealização do modelo pré-hospitalar na França em 1792. De acordo com Retka (2005), citado por Machado, (2007) o Dr. Baron Dominique Jean Larrey, cirurgião que fazia parte da armada de Napoleão Bonaparte, arquitetou uma carroça puxada por cavalos, Figura 1, onde tinha a função de levar atendimento prematuro aos feridos no próprio local de batalha, aumentando significativamente suas chances de sobrevivência, o Dr. Dominique é considerado "o pai da ambulância moderna".



Figura 1 - Atendimento na Guerra

A vítima recebia os primeiros socorros, era avaliada e, de acordo com a gravidade, já encaminhada ao hospital de campanha. O Dr. Dominique desenvolveu também algumas técnicas e princípios de atendimento de urgência utilizados até os dias de hoje, tais como, uma ágil aproximação ao ferido feita por um socorrista treinado, tratamento adequado no local e rápida locomoção aos hospitais de campanha. Outros Países adotaram essa técnica, que mais tarde serviu de apoio para o desenvolvimento do atendimento dos tipos traumatizado e clínico (RETKA, 2005 citado por MACHADO, 2007).

Essa técnica foi aperfeiçoada pelos Estados Unidos da América - EUA , que em 1864 formularam o primeiro sistema de socorro destinado à população, conforme Machado (2007). Esse atendimento visava prestar socorro às vítimas de trauma que faziam percursos de trem. Os EUA também estudaram procedimentos cirúrgicos para acidentes de traumas, estabelecendo, em 1865, os veículos voltados para o atendimento, conhecidos hoje como ambulâncias. Na época eram puxadas por tração animal. Em 1870 já estavam adotando a ambulância motorizada que chegava a fazer 30 km/h, como visto na Figura 2. Na mesma época, no Brasil, era utilizada a primeira ambulância com tração animal, Figura 3.



Figura 3 - Primeira ambulância que atinge 30 Km/h.



Figura 2 - Primeira ambulância Americana adotada no Brasil.

A eficiência do sistema de atendimento aos feridos na primeira e segunda guerra mundial trouxe muitos benefícios aos Países envolvidos, mas o sistema civil estava muito atrasado, precisava ser adequado à população. O serviço de emergência foi criado em 1924 com a finalidade de dar suporte de transporte inter-

hospitalar aos asfixiados com insuficiência respiratória aguda, dentro do Corpo de Bombeiros de Paris, na França, sendo o primeiro exemplo de posto de emergência móvel avançado diferente dos serviços hospitalares americanos. Os médicos Franceses, após terem detectado a precariedade dos meios disponíveis para tratar doentes e feridos, constataram que havia uma necessidade de maior participação médica no local dos incidentes, assim como, treinarem adequadamente as equipes de socorro, objetivando uma mão de obra qualificada para aumentar as chances de sobrevivência dos pacientes, a começar com os cuidados básicos essenciais. Os Serviços móveis de Urgência e Reanimação – SMUR, foram criados oficialmente em 1956, com a disposição de Unidades Hospitalares Móveis – UHM (RETKA, 2005 citado por MACHADO, 2007).

Nascia, em 1965, na França, o SAMU destinado a administrar as chamadas de caráter médico e as atividades dos SMUR, estruturado para tanto, um centro de regulação médica dos pedidos, partindo da filosofia Francesa de que a equipe médica é quem deve ir até o paciente e não ao contrário, como se pode constatar na Figura 4.



Figura 4 Primeiros modelos de atendimentos móveis na França

Inicialmente centrado nas estradas, ampliou-se posteriormente para atendimentos advindos de chamadas da população para situações não traumatológicas. Utilizando-se de abordagens técnicas, intervindo nos domicílios dos pacientes, atuando de forma rápida e eficaz com meios adequados de

conhecimento, médico, operacional e humano sem esquecer-se da ação preventiva como complemento. O número de atendimento aumentou significativamente, fazendo com que surgisse uma central de regulação médica, responsável pelo controle de demanda e racionalização do sistema, atendendo, detectando, classificando, prescrevendo, distribuindo, encaminhando e orientando (RETKA, 2005 citado por MACHADO, 2007).

2.1.1 SAMU no Brasil

Através de uma parceria do Ministério da Saúde com o Ministério dos Assuntos Estrangeiros da França na década de 90, foi consolidado o início da prestação do Serviço de Atendimento Móvel de Urgência – SAMU. Um modelo centrado no médico regulador, contando, com a participação de profissionais habilitados de enfermagem, atuando de forma conjunta com os prontos-socorros, garantindo um atendimento precoce e qualificado para os pacientes (MACHADO, 2007).

O modelo adotado é o mesmo do modelo Francês, que são as Unidades de Suporte Avançado – USA. Possui obrigatoriamente a presença de um médico, diferentemente das atividades de resgate dos moldes dos EUA que são exercidas primariamente por paramédicos. Em 1989 foi criado em São Paulo o Projeto Resgate conhecido hoje como SAMU, baseado no modelo francês, porém influenciado do modelo norte-americano e adaptado à realidade local. Inicialmente vinculado ao Corpo de Bombeiros, composto de um médico regulador, que coordenava as solicitações de atendimento às vítimas (MACHADO, 2007).

Com a alta taxa de mortalidade e necessidade relativa às urgências, o Ministério da Saúde instituiu em 2003 o SAMU para todo o Brasil, através da portaria nº 1864 de 29 de setembro de 2003, abrangendo 49,8 milhões de brasileiros em 18 estados. O SAMU é o principal componente da Política Nacional de Atenção às Urgências, que tem como finalidade proteger a vida das pessoas e garantir a qualidade no atendimento do Sistema Único de Saúde.

2.1.2 Como funciona o SAMU no Brasil?

De acordo com o Ministério da Saúde (2008) o SAMU é um serviço de socorro pré-hospitalar móvel que chega rapidamente às pessoas, em qualquer lugar que se encontrem, após um acidente ou qualquer problema de saúde urgente que possa levar ao sofrimento ou até mesmo à morte.

O pedido de socorro é feito gratuitamente por meio de uma ligação para o número 192. Desse modo, o solicitante tem acesso a uma equipe de profissionais de saúde preparada para atendê-lo da melhor maneira. A ligação é atendida por técnicos na Central de Regulação que identificam a emergência e, imediatamente, transferem o telefonema para o médico regulador.

Esse profissional faz o diagnóstico da situação e inicia o atendimento no mesmo instante, orientando o paciente, ou a pessoa que fez a chamada, sobre as primeiras ações.

Seu atendimento pode ser do tipo primário, quando oriundo do cidadão, ou do tipo secundário, também conhecido como remoção, observar a Figura 5, quando a solicitação parte do serviço de saúde onde o paciente já tenha recebido os primeiros cuidados para estabilização do quadro de urgência ou emergência, mas necessite ser conduzido a outro serviço de maior complexidade para a continuidade do tratamento (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2008).



Figura 5 - SAMU realizando transporte de vítima ocasionado por um acidente

2.1.3 Benefícios proporcionados pelo SAMU

Segundo o Ministério da Saúde (2008), o SAMU oferece esses benefícios:

- Disponibilização para a população de um atendimento rápido e eficaz nas ocorrências de Urgência e Emergência;
- Estruturação de uma rede de serviços regionalizada e hierarquizada de cuidados integrais às urgências, de qualquer complexidade ou gravidade, desconcentrando a atenção efetuada exclusivamente pelos prontos-socorros;
- Garantia da adequada referência regulada para os pacientes que, tendo recebido atendimento inicial, em qualquer nível do sistema, necessitem de acesso aos meios adicionais de atenção;
- Constituição de um arcabouço de informações mais precisas sobre os eventos de Urgência e Emergência no Brasil, fomentando a elaboração de planos nacionais e regionais de Atenção Integral às Urgências.

2.1.4 Implantação

Conforme previsto no Ministério da Saúde (2008), para que o SAMU seja implantado dentro de estado ou município, este deve ter requisitos básicos, tais como:

- Elaborar e formalizar planos municipais ou regionais de atenção às urgências;
- Apresentar projeto de implantação e implementação do SAMU;
- Apresentar proposta de implantação;
- Implantar Coordenações Estaduais/ Regionais/ Municipais de Urgência;
- Constituir os Comitês Gestores de Urgência (Regional, Estadual e Municipal);
- Apresentar trimestralmente os indicadores de desempenho do serviço;

- Inexistência de vínculos precários na contratação de pessoal;
- Estabelecer parceria com o Conselho Tutelar da Infância e Juventude;
- Assumir compromisso com as prioridades do SUS – Sistema Único de Saúde (Ex: transplantes).

2.1.5 Características do Serviço Móvel de Urgência.

O SAMU é caracterizado por possuir um arranjo de pessoas, instalações e equipamentos para um coordenado e efetivo serviço médico em condições de emergência e é responsável em prestar um primeiro nível de atenção aos portadores de quadros agudos, de natureza clínica, traumática ou psiquiátrica. A estrutura física requer centrais de regulação médica das urgências, com fácil acesso ao público, por via telefônica (192), em sistema gratuito e o envolvimento de outros profissionais não oriundos da área de saúde, como: telefonistas, rádios - operadores e condutores de veículos de urgência (JARDIM, CONCEIÇÃO e CARVALHO, 2008).

No aspecto do transporte das vítimas, o SAMU atende a população com dois tipos de veículos, denominados Unidade de Suporte Básico (USB) e Unidade de Suporte Avançado (USA), (observar Figura 6). A USB - veículo destinado ao transporte inter-hospitalar de pacientes com risco de vida conhecido e ao atendimento pré-hospitalar de pacientes com risco de vida desconhecido, não classificado com potencial de necessitar de intervenção médica no local e/ou



Figura 6 - Unidade de Suporte Avançado - USA

durante transporte até o serviço de destino. A USA - veículo destinado ao atendimento e transporte de pacientes de alto risco em emergências pré-hospitalares e/ou de transporte inter-hospitalar que necessitam de cuidados médicos intensivos (JARDIM, CONCEIÇÃO e CARVALHO, 2008).

Conforme Jardim, Conceição e Carvalho (2004), e por meio da Figura 7 adaptada de Destri Junior e Valente (2005), o atendimento do sistema pode ser descrito com a sequência das atividades a seguir:

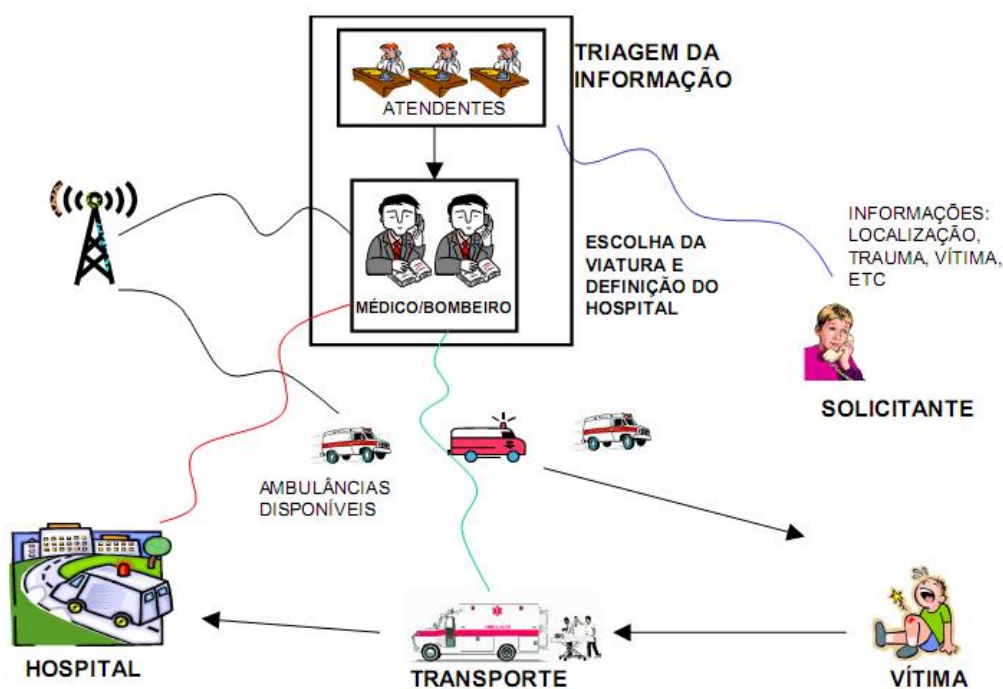


Figura 7 - Sistemática do Atendimento Móvel de Urgência

1. Ocorre um trauma;
2. O trauma é detectado por alguém que faz uma ligação para uma central, solicitando ajuda;
3. A ligação é recebida numa central de triagem, o atendente recebe a ligação e obtêm informações básicas como nome de quem ligou e sua relação com a vítima, nome da vítima, endereço da ocorrência, bairro, ponto de referência e telefone;
4. A ligação é transferida ao médico regulador que solicita informações sobre o paciente. Já, nesse momento, podem ser sugeridos procedimentos

emergenciais. De acordo com os resultados, unidades móveis serão acionadas;

5. Atendimento telemédico: não havendo necessidade do envio de uma unidade, o chamado é registrado na base de dados do SAMU;
6. Atendimento móvel: sendo necessário, uma unidade móvel é imediatamente enviada para o local. Pode ser enviada uma USB, para remoção ou tratamento de casos simples, ou uma unidade avançada, USA, com toda a aparelhagem para atendimento a emergências no local. Ambos são deslocados com uma equipe de enfermeiro e motorista, na equipe USA existe a presença de um médico;
7. No evento: em alguns casos o atendimento é realizado no local e, de acordo com o diagnóstico do médico, o paciente é imediatamente liberado;
8. No hospital: não sendo possível o atendimento no local, o paciente é levado para o pronto-socorro mais próximo, onde todas as informações da ocorrência são passadas para a equipe responsável;
9. Concluído o atendimento, todas as informações da ocorrência são registradas. Elas serão utilizadas para posteriores análises estatísticas de atendimento.

2.2 Sistema de Informação Geográfica – SIG

2.2.1 Geoprocessamento

As ferramentas de geoprocessamento têm sido cada vez mais empregadas em nosso cotidiano. São utilizadas para análise de rotas de ambulâncias, rotas de ônibus urbanos, coleta de lixo, estudos de patrimônios, pontos turísticos e muitos outros fenômenos passíveis de georeferenciamento (OLIVEIRA, 2008).

Com a grande explosão do desenvolvimento da informática tornou-se possível representar, manipular e armazenar informações em ambiente computacional, dando espaço assim para o surgimento do Geoprocessamento, (observar Figura 8). Nessa abordagem, o termo Geoprocessamento articula as palavras geo (derivado do termo grego gaia – Terra) e processamento, referindo-se a capacidade de processar informações. Podemos considerar como à área de conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento e análise da informação geográfica e que vem influenciando de maneira eficiente e crescente as

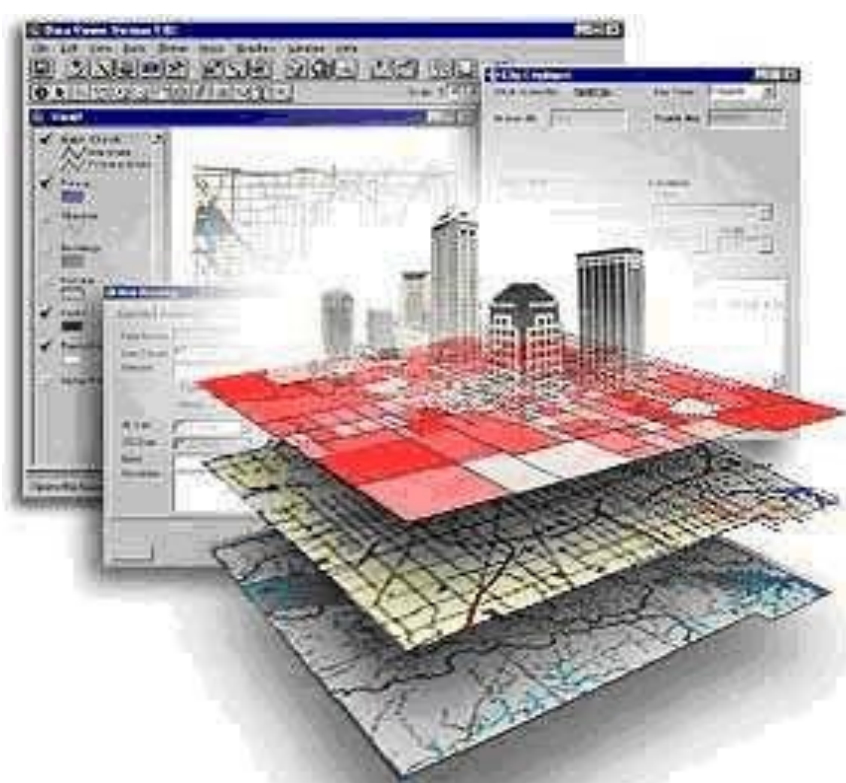


Figura 8 - Modelos de plantas de cidades

áreas de Transportes, Cartografia, Análise de Recursos Naturais, Comunicações, Energia e Planejamento Urbano e Regional. As ferramentas computacionais do geoprocessamento são denominadas Sistemas de Informações Geográficas - SIGs (CARVALHO, JUCA e AGUIAR JÚNIOR, 2006).

2.2.2 Histórico do Geoprocessamento

A Inglaterra e os Estados Unidos foram os primeiros a tentar automatizar parte do processamento com características espaciais, nos anos de 1950. Eles tinham um único objetivo, o de reduzir custos de produção e manutenção de mapas. Na época, a informática ainda era algo distante, muito precária, e as especificidades das aplicações desenvolvidas, que eram estudos de volume de tráfego, nos Estados Unidos e pesquisas em botânica, na Inglaterra, não poderiam ser classificadas como “sistemas de informação geográfica” (CARVALHO, JUCA e AGUIAR JÚNIOR, 2006).

Somente na década de 60, no Canadá, começaram a surgir os primeiros SIGs, por meio de um programa governamental que servia para criar inventários de recursos naturais. No entanto, esses sistemas eram muito restritos quanto ao uso e meios para serem desenvolvidos, exigindo mão de obra muito especializada, equipamentos avançados, como monitores de alta resolução, softwares, computadores, dentre outros, que eram extremamente caros. Não existiam soluções comerciais prontas para o uso. Os interessados tinham que desenvolver seus próprios programas, exigindo muito tempo e recursos. O crescimento acelerado da informação geográfica foi representado na década de 80, se beneficiando da massificação gerada pelos avanços da microinformática e da criação e desenvolvimento de unidades de estudos sobre o assunto. Atualmente, os profissionais têm acesso a diversos produtos amplamente comercializados e os utilizam em diversas aplicações, formando-lhe um aspecto multidisciplinar. Ocorreu uma extensão tão grande na capacidade potencial de utilização destes recursos que chega ser um desafio formar uma definição exata do que venha a ser um SIG (CARVALHO, JUCA e AGUIAR JÚNIOR, 2006).

De acordo com Câmara (2007), os SIGs são ferramentas capazes de localizar e analisar geograficamente objetos e fenômenos que possuem características imprescindíveis.

Com base em Carvalho, Juca e Aguiar Júnior (2006), no Brasil a introdução do Geoprocessamento iniciou-se na década de 80 na Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, (observar as Figuras 9 e 10), através do esforço de divulgação e formação de pessoal feito pelo Prof. Jorge Xavier da Silva, depois da vinda ao Brasil, precisamente em 1982 e do Dr. Roger Tomlinson, um dos responsáveis pela criação do primeiro SIG, no Canadá (ASSAD e SANO, 1998).



Figura 9 – Primeiras estruturas no Brasil.



Figura 10 – Primeiros modelos computacionais

Conforme visto em Carvalho, Juca e Aguiar Júnior (2006) as principais características dos SIG são:

- Inserir e integrar, numa única base de dados, informações espaciais provenientes de dados cartográficos, dados censitários e cadastro urbano e rural, imagens de satélite, redes e modelos numéricos de terreno;
- Oferecer mecanismos para combinar as várias informações, através de algoritmos de manipulação e análise, bem como para consultar, recuperar, visualizar e representar o conteúdo da base de dados geo-referenciados.

Carvalho, Juca e Aguiar Júnior (2006, pg. 45) afirmam que:

é preciso que cada especialista transforme conceitos de sua disciplina em representações computacionais. Após esta tradução, torna-se viável compartilhar os dados de estudo com outros especialistas (eventualmente de disciplinas diferentes). Quando se fala que o espaço é uma linguagem comum no uso de SIG, está se referindo ao espaço computacionalmente representado e não aos conceitos abstratos de espaço geográfico.

Segundo Câmara (2007), uma característica pertinente do geoprocessamento é permitir a análise sistemática das propriedades e as relações de posicionamento e localização dos eventos e entidades, representadas em uma base de dados georeferenciada, utilizando-se das transformações de dados em informações com a finalidade de apoio a tomada de decisão.

2.2.3 Cartografia para Geoprocessamento

Existe uma enorme ligação entre as ciências que estudam analisam e representam o meio físico com a cartografia, tornando os conceitos cartográficos

fundamentais a qualquer profissional vinculado a geologia, saúde pública, urbanismo, meio ambiente, dentre outros (MATHEUS, 2003).

Segundo Ribeiro (2002) a cartografia pode ser conceituada de acordo com sua finalidade, dentre as quais destaca:

pode-se dizer que é a ciência e arte que se propõe a representar através de mapas, cartas e outras formas gráficas (computação gráfica) os diversos ramos do conhecimento do homem sobre a superfície e o ambiente terrestre. Ciência, quando se utiliza do apoio científico da Astronomia, da Matemática, da Física, da Geodésia, da Estatística e de outras ciências para alcançar exatidão satisfatória. Arte, quando recorre às leis da simplicidade e da clareza, buscando atingir o ideal artístico da beleza.

Com essas evidências, pode-se dizer que a cartografia tem um papel importante dentro do Geoprocessamento, vez que, o mapa é o principal meio de apresentação dos resultados sendo que é a forma mais natural de visualização e a mais intuitiva de interpretação.

O que faz especiais os dados espaciais? De acordo com Ribeiro (2002), perguntas como as descritas abaixo poderão ser interpretadas, analisadas, processadas e com uma grande possibilidade de serem solucionadas.

- Localização: onde está...?
- Tempo: qual é o menor tempo...?
- Condição: como está...?
- Tendência: o que mudou...?
- Roteamento: por onde deve passar...? É a melhor rota...?
- Padrões: qual é a distribuição...?
- Modelos: o que acontece se...?

2.2.4 Subsistemas para um SIG

De acordo com Ribeiro (2002), o geoprocessamento fornece informação precisas, como:

- Processamento dos Dados.
- Localização de uma entidade e listagem de seus atributos;
- Atualização dos dados;
- Cálculo de áreas, perímetro e distâncias;
- Posicionamento;
- Operações aritméticas;
- Cálculos estatísticos;
- Classificação entre planos de informação;
- Filtragens espaciais, etc...

2.2.5 Funções de um SIG

Além da produção cartográfica em si, um SIG é capaz de responder questionamentos relativos ao espaço, (observar a Figura 11). Perguntas como: onde está, o que mudou, qual o melhor caminho, qual o padrão, são rapidamente resolvidas por esse sistema, (observar a Figura 12). Para consegui-lo, ele utiliza-se de funções que segundo Destri Jr (2005) “são comuns a todos os SIG ou senão a grande maioria deles”.



Figura 12 - Cidades georreferenciadas



Figura 11 - Mapas temáticos

Abaixo, são listadas as funções destacadas por Destri Jr. (2005):

- Localização: apontar um objeto espacial em particular, com seus atributos;
- Geração de mapas temáticos;
- Geração de mapas através da sobreposição de camadas ou mapas;
- Importação, exportação e conversão de dados espaciais nos mais diversos tipos de coordenadas e formatos;
- Estatísticas espaciais tais como distâncias, áreas, perímetros;
- Rede: caminhos mínimos, roteirização, tempos de viagem;
- Simulação de cenários;
- Consulta: obter respostas à consulta tanto sobre os dados espaciais quanto seus atributos.

Além dessas, é importante ressaltar as que foram listadas por Pina (2000) que são:

- Visualização das informações;
- Organização e georeferenciamento dos dados;
- Análise dos dados;
- Predição de ocorrências;
- Manipulação dos dados.

2.2.6 Aplicação

Setores que trabalhem com informações que possam ser relacionados a pontos específicos da área estudada podem, em princípio, utilizar-se de ferramentas de geoprocessamento, dentre eles os mais utilizados segundo Pina (2000), são:

- a) **Ordenamento e gestão do território:** constituição de uma base cartográfica geoprocessada que servirá às demais aplicações setoriais,

que reproduza a configuração do território do município, identificando logradouros, lotes e glebas, edificações, redes de infraestrutura, propriedades rurais, estradas e acidentes geográficos. A base assim constituída é útil para as atividades de planejamento urbano;

- b) **Gerenciamento do sistema de transportes:** a base cartográfica é indispensável para a gestão do sistema de transportes do município. Sua informatização através de recursos de geoprocessamento pode ampliar a qualidade e a velocidade das decisões tomadas. É possível, por exemplo, realizar estudos de demanda do transporte coletivo ou de carregamento de vias, identificar pontos críticos de acidentes e vias com mais necessidade de manutenção;
- c) **Otimização de arrecadação:** a atualização da base cartográfica do município para a implantação da base geoprocessada fornece um volume significativo de informações para a revisão da planta genérica de valores. O recomendável é que as duas ações sejam realizadas de forma articulada. Com isso, inclusive, consegue-se gerar um aumento de receita capaz de compensar os investimentos na base geoprocessada e gerar recursos adicionais para o município. Logicamente, será necessário proceder à atualização periódica dessas informações, mas a existência de um bom ponto de partida facilita as ações posteriores;
- d) **Localização de equipamentos e serviços públicos:** a partir de uma base cartográfica que inclua informações sócio econômicas e sobre equipamentos públicos é possível identificar áreas com maior nível de carência e os melhores locais para instalação de equipamentos e serviços públicos. Estas decisões podem ser tomadas com base em critérios de necessidade e de acessibilidade aos locais;
- e) **Identificação de público-alvo de políticas públicas:** à medida que se possua uma base de dados que incorpore dados socioeconômicos, é possível utilizá-la para desenhar políticas públicas. Dispondo-se, por exemplo, de informações sobre crianças residentes no município e a incidência de doenças, é possível desenhar ações de saúde específicas para microrregiões da cidade. Ou, cruzando-se os dados sobre renda das famílias e desempenho escolar, pode-se identificar o público-alvo para programas de renda mínima ou bolsa escola. Ou, ainda, identificando-se

as áreas da cidade com maior concentração de idosos pode-se definir áreas prioritárias para programas de atendimento domiciliar à saúde ou áreas com carências especiais de saúde que possam ser atendidas por programas de médico de família;

- f) **Gestão ambiental:** o geoprocessamento é útil para monitorar áreas com maior necessidade de proteção ambiental, acompanhar a evolução da poluição da água e do ar, níveis de erosão do solo, disposição irregular de resíduos e para o gerenciamento dos serviços de limpeza pública (acompanhando por área da cidade o volume de resíduos coletado e para análise de roteiros de coleta);
- g) **Comunicação com os cidadãos:** ao se constituir uma base de dados mais elaborada, podem-se incorporar a ela informações que permitam identificar necessidades e oportunidades de contato com os cidadãos. Pode-se, por exemplo, identificar com precisão as áreas afetadas por determinada decisão do governo e planejar ações de comunicação específicas para aquele público. Outro uso possível é registrar as solicitações dos cidadãos e analisá-las sobre a base cartográfica, permitindo uma melhor gestão das relações do governo com os cidadãos. Esta mesma aplicação pode funcionar como instrumento de controle social do governo, permitindo que entidades da sociedade civil, a ouvidoria pública municipal ou mesmo cidadãos individualmente possam ter livre acesso às informações sobre que regiões da cidade estão sendo mais beneficiadas pelas ações do governo municipal;
- h) **Gestão da frota municipal:** com recursos de geoprocessamento é possível obter informações sobre os tipos de usos da frota municipal, conhecendo os trajetos mais comuns e sua intensidade. Estas informações possibilitarão a definição de roteiros otimizados para a frota municipal, gerando economia de tempo, combustível e uso de veículos.

2.2.7 Questão Tecnológica

O desenvolvimento dos componentes tecnológicos (hardware e software) poder ser considerado vinculado ao desenvolvimento do geoprocessamento de modo geral e ao SIG de modo específico, por fazerem uso intensivo de tecnologia computacional (PEREIRA e SILVA, 2001). Os avanços em computação gráfica, banco de dados, o aumento da capacidade dos computadores aliado a queda de custo possibilitaram um avanço na área de Geoprocessamento, área fortemente baseada em tecnologia.

O software é o componente principal em termos tecnológicos, mesmo ainda que hardwares computacionais, computadores periféricos especializados, sejam fundamentais na montagem de um sistema. Em Geoprocessamento o mapa, enquanto forma de representação e análise de informações geográficas, é substituído por uma base de dados digitais que é acessada por um pacote de software (PEREIRA e SILVA, 2001).

2.3 ArcGIS

ArcGIS é um SIG fornecido pela ESRI - Environmental Systems Research Institute, partindo para uma tradução aproximada significa Instituto de Investigação em Sistemas Ambientais. Segundo a Zeiler (1999), o ArcGIS é apresentado como "um sistema incremental de software para criação, gestão, integração, análise e disseminação de dados geoespaciais, ao nível individual ou global de uma rede distribuída de pessoas", (observar a Figura 13), onde temos diferentes planos.

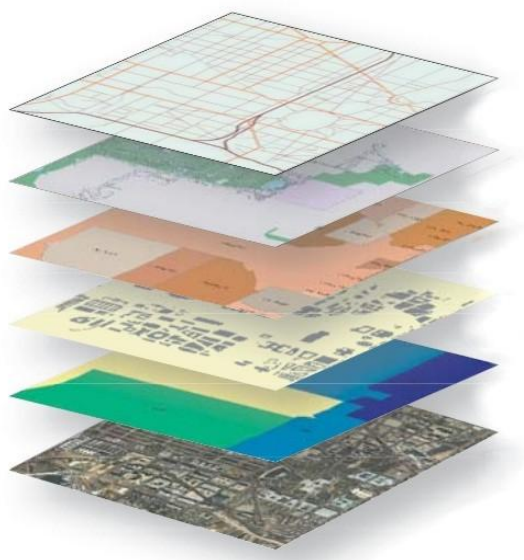


Figura 13 - Dados geoespaciais produzidos pelo ArcGIS

De acordo com Zeiler (1999), no ArcGIS estão incluídos:

- **ArcReader**, que permite ver os mapas criados com os outros produtos;
- **ArcView**, que ver dados espaciais, criar mapas, e desempenho básico de análise espacial;
- **ArcEditor** que inclui toda a funcionalidade do ArcView inclui ferramentas mais avançadas para manipulação de shapefiles e geodatabases;
- **ArcInfo**, a versão mais avançada do ArcGIS, que inclui potencialidades adicionadas para a manipulação de dados, edição e análise.

Conforme Castro (2006), o ArcGIS:

é o principal engenho de representação e análise geoespacial em uso na atualidade. Sua qualidade incremental significa que uma variada gama de funções podem ser acrescentadas ao engenho básico de acordo com os requisitos técnicos de sua aplicação, através de extensões pagas e gratuitas, e de programação do próprio usuário em Visual Basic.

O ArcGIS é distribuído em três versões: ArcView, ArcEditor e ArcInfo. As três são construídas sobre o mesmo núcleo de programação.

O ArcView em sua mais recente versão, 9.x, serve com SIG para criação, visualização, consulta e análise de representações cartográficas, operando sob o sistema Microsoft®⁶ Windows NT/2000/XP/VISTA/SEVEN. Oferece um instrumental interativo para exploração, seleção, apresentação, edição, análise, simbolização e classificação de dados geoespaciais, assim como para criação, manutenção e gestão de metadados geoespaciais. O ArcView 9.x é composto pelo ArcCatalog, ArcMap, e ArcToolbox (CASTRO, 2006).

O ArcEditor é o nível intermediário do ArcGIS — oferecendo mais funcionalidade que o ArcView — voltado para arquiteturas SIG institucionais. Como seu nome indica, nele destaca-se seu poder de edição de dados geoespaciais. O ArcEditor além de toda a funcionalidade do ArcView torna disponível muitas funções de edição de bases de cobertura e de geodatabases (CASTRO, 2006).

O ArcInfo é o SIG mais completo, reunindo a capacidade funcional do ArcView e do ArcEditor, e permitindo o geoprocessamento e a conversão de dados geoespaciais necessários à constituição de um SIG. O ArcInfo reúne aplicações ou interfaces de usuário "Desktop" e "Workstation", ou dito de outro modo, interfaces de usuário ao nível de comando de linha ou de janelas-menus interativos (CASTRO, 2006).

⁶ Microsoft é a uma empresa multinacional de tecnologia informática dos Estados Unidos da América, que desenvolve e fabrica licenças e suporta uma ampla gama de produtos software para dispositivos de computador.

As três versões utilizam o ArcCatalog, o ArcMap e o ArcToolbox como interface básica, e compartilham as mesmas extensões, como por exemplo, o Spatial Analyst, o 3D Analyst, e o GeoStatistical Analyst.

Segundo Castro (2006), as principais características do ArcGIS são:

- **Facilidade de uso:** oferece ferramentas de mapeamento, análise e gerenciamento de dados, utilizadas em todos os níveis da família ArcGIS e facilmente customizadas;
- **Extremamente funcional:** incorpora poderosas ferramentas de edição, cartografia avançada, administração de dados aprimorados e análises espaciais sofisticadas;
- **Escalável:** desenvolvido em estruturas modernas de componentes orientados a objetos, permitindo que os softwares que compõem a família ArcGIS, compartilhem os mesmos aplicativos, interfaces de usuário e conceitos de operação;
- **Habilitado para a Internet:** o ArcGIS pode ser utilizado para a obtenção de dados geográficos pela Internet ou Intranet;
- **Facilidade de customização:** construído para atender padrões abertos de mercado, o ArcGIS é rico em funcionalidades, com extensa documentação e completamente customizável com as linguagens padrões mais utilizadas pelos profissionais de informática.

2.3.1 Edição no ArcMap

Além de construção de mapas e análises, ArcMap é uma aplicação para criar e editar dados geográficos, assim como também dados tabulares (CASTRO, 2006).

Com ArcMap, você pode editar shapefiles, coverages (coberturas), e geodatabases, (observar as Figuras 14 e 15) onde é possível comparar diferentes tipos de rotas, todos em uma interface de usuário comum. ArcMap contém sofisticadas ferramentas de edição de dados CAD - Computer-Aided Design, ou

Desenho Assistido por Computador, que ajuda você a construir feições rápida e facilmente enquanto mantêm a integridade de sua base SIG (CASTRO, 2006).

- **Shapefile:** formato de armazenamento de dados vetoriais baseados em arquivos. Armazena elementos geográficos e seus atributos sem topologia. É o formato padrão do ArcView;
- **Coverage:** formato de armazenamento de dados vetoriais baseados em arquivos. Armazena elementos geográficos e seus atributos com topologia. É o formato padrão do ArcInfo;
- **Geodatabase:** é o formato nativo do ArcGIS, que introduz uma nova geração de modelo de dados para representação das informações geográficas.



Figura 14 - Roteirização por tempo



Figura 15 - Roteirização por distância

2.4 Cidade de Petrolina-PE

Petrolina é um município brasileiro do estado de Pernambuco, banhado pelo rio São Francisco. Em conjunto com o vizinho município de Juazeiro, na Bahia, forma o maior aglomerado urbano do semiárido.

Integra, em conjunto com os municípios de Lagoa Grande, Santa Maria da Boa Vista, estes localizados em Pernambuco, e os municípios baianos de Juazeiro, Remanso, Campo Alegre de Lourdes, Casa Nova e Sobradinho, a Região de Desenvolvimento Econômico Integrado - RIDE - São Francisco. Administrativamente, o município é composto pelos distritos sede, Curral Queimado, Rajada e pelos povoados de Cristália, Nova Descoberta, Tapera, Izacolândia, Pedrinhas, Uruas, Lagoa dos Carneiros, Caatinginha, Caititu, Cruz de Salinas, Pau Ferro, Atalho e Aranzel.

Segundo o IBGE (2009) uma estimativa da população da cidade de Petrolina-PE é de 282 mil habitantes, em uma área de 4.559 Km², distribuídos em 145 bairros e vilas, (observar na Figura 16).

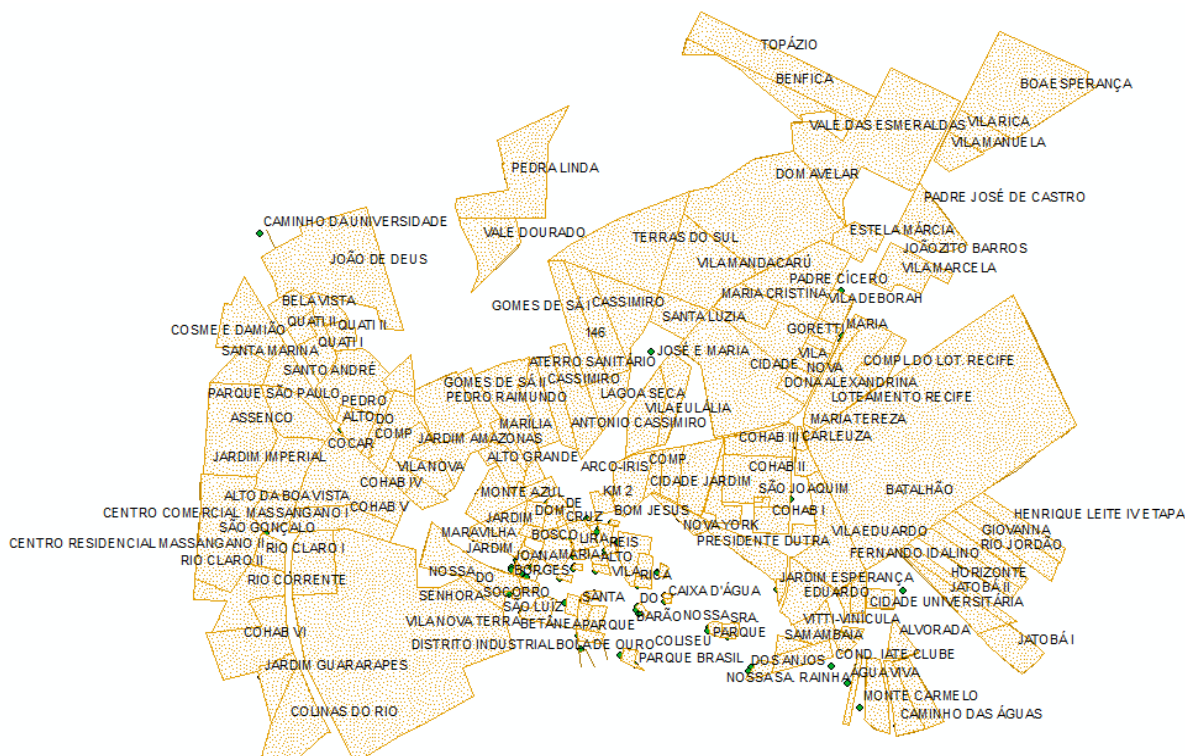


Figura 16 - Mapa da cidade de Petrolina-PE

2.4.1 Histórico

Segundo consta no acervo do IBGE (2009), sobre a história do município de Petrolina-PE, o território teria sido desbravado primeiramente por frades franciscanos, sabendo-se que o local em que está situada a Cidade agasalhara a sede de uma fazenda de criação de gado.

Por volta de 1840, não existia ainda o povoado. Passagem obrigatória de boiadeiros ou negociantes do interior de Pernambuco, Piauí ou Ceará, constituía o local ponto de convergência para a travessia do São Francisco, em direção à Bahia, do que resultou a formação de Petrolina-PE, de um lado do rio, e de Juazeiro na margem oposta.

A travessia era conhecida como "Passagem do Juazeiro". Foi o capuchinho italiano Frei Henrique quem aí deu início às prédicas religiosas, a pedido do então vigário de Boa Vista, padre Manoel Joaquim da Silva, e cuidou de erigir no local uma capela, sob a invocação de Santa Maria Rainha dos Anjos, em 1858. A construção foi concluída em 1860.

Tendo em vista a grande extensão do território a seu cargo, o pároco solicitou do bispo Diocesano, D. João da Purificação Marques Perdigão, que apresentasse à Assembleia da Província pedido para ser dividida a freguesia, no que foi atendido através da Lei n.º 530, de 7 de junho de 1862, que elevou Petrolina à categoria de freguesia. Seu nome foi em homenagem ao então Imperador Dom Pedro II e sua esposa Dona Leopoldina.

O primeiro Prefeito de Petrolina foi Manoel Francisco Souza Júnior tendo como Vice Prefeito o Sr. Febrônio Martins de Souza. O referido Prefeito iniciou seu mandato em 25 de abril de 1893, um personagem que entrou na história de Petrolina como seu maior interessado na Emancipação Política do Município.

Em 28 de julho de 1895, a sede municipal foi elevada à categoria de Cidade, instalada oficialmente em 21 de setembro do mesmo ano. Foi empossado o segundo Prefeito, Agostinho Albuquerque Cavalcanti. Estes Prefeitos como os que lhes sucederam, realizaram um pesado trabalho de organização e infraestrutura do município. Os quase mil metros das águas entre as duas cidades eram cortadas por barcos e vela que transportavam pessoas e mercadorias de um lado para o outro. Tudo acontecia de maneira vagarosa porque não havia sido construída nenhuma

ponte sobre o rio. Abnegados homens se empenharam na continuação da história: José Crispiniano Coelho Brandão, Francisco de Albuquerque Cavalcanti, Agostinho Albuquerque, Clementino de Souza Coelho, Souza Filho (Primeiro Deputado), Monsenhor Ângelo Sampaio, João Ferreira da Silva, João Ferreira Gomes e muitos outros. Petrolina é cognominada "ENCRUZILHADA DO PROGRESSO", por ser passagem obrigatória para o norte e via de escoamento para o Centro Sul do País. O primeiro grande passo na larga estrada do progresso, data de 1915 com a fundação do Jornal "O PHAROL" de propriedade e direção do Sr. João F. Gomes, sendo um baluarte na defesa dos interesses coletivos e propugnador do progresso regional. Em 1919, construção da Estrada de Ferro Petrolina-Teresina, hoje incorporada à Viação Férrea Federal leste Brasileiro, infelizmente paralisada na sua construção com tráfego apenas até a cidade de Paulistana, no vizinho Estado do Piauí. Mesmo assim este pequeno trecho de via férrea tem sido de real utilidade aos interesses comerciais da região. Em fevereiro de 1923, inaugurou-se a Estação Férrea desta cidade. Após longa interrupção, prosseguem os trabalhos da via no território piauiense, entre Paulistana e Conceição. Em 1924 acelera-se o progresso da cidade com a criação da Diocese, sendo o seu 1º Bispo o Exmo. e Revdmo. Senhor Dom Antonio Maria Malan. Marco importante para o desenvolvimento de Petrolina foi a sua vinda. Francês de nascimento, vida dedicada ao sacerdócio.

2.5 Conclusão

Com esse capítulo, foi possível conhecer os conceitos genéricos relativos ao SAMU, bem como obter informações do Sistema de Informação Geográfica e suas ferramentas, como o geoprocessamento, conhecimento acerca de software, como o ArcGIS e um breve conceito sobre a formação e história da cidade de Petrolina-PE, ressaltando dessa forma a importância da aplicação desses conhecimentos.

No próximo capítulo será apresentado um estudo de estado da arte, com intuito de obter informações sobre trabalhos já realizados na área.

3 METODOLOGIA

Para atingir os objetivos dessa pesquisa, o trabalho foi dividido em três fases. Na primeira fase, foi feito o desenvolvimento da base geográfica da cidade de Petrolina, utilizando recursos computacionais, com softwares específicos de geoprocessamento. Na segunda fase, foi realizada a identificação e localização da instituição e a realização da pesquisa de campo. Na terceira foram apresentadas as simulações de diferentes cenários.

3.1 Tipo e Natureza da Pesquisa

Para a classificação da pesquisa, toma-se como base a taxionomia apresentada por Vergara (2005), das quais se destacam dois tipos, quanto aos fins e quanto aos meios, onde:

- i.Quanto aos fins – é uma pesquisa do tipo explicativa, pois pretende analisar a atual prestação do serviço de atendimento do SAMU, no que se refere a sua forma de enfrentar os problemas cotidianos e solucioná-los efetivamente. Enquadra-se também como pesquisa aplicada, pois está relacionada à necessidade de resolver problemas concretos da gestão do Serviço de Atendimento Médico de Urgência tendo, portanto, uma finalidade prática;
- ii.Quanto aos meios – são pesquisas simultâneas, de caráter bibliográfico, laboratorial, de campo e estudo de caso. Relaciona-se como bibliográfica, pois irá buscar uso de material disponível ao público em geral como artigos, teses e livros já publicados. É uma pesquisa laboratorial por ser realizada em local circunscrito, utilizando-se de simulações em computadores, entre outros procedimentos. O fato de se realizar uma investigação baseada em experiência no local onde ocorre o estudo a torna uma pesquisa de campo. Classifica-se também como estudo de

caso por ser restrito a uma ou poucas unidades, entendido este como um órgão público.

3.2 Elaboração da base geográfica

Para utilização das ferramentas do SIG é necessário obter informações geográficas que possam ser analisadas, interpretadas e manipuladas. Neste contexto, fez se necessário à construção da base geográfica da cidade de Petrolina.

Inicialmente foi obtido um arquivo disponibilizado pela Secretaria de Obras da cidade, com a malha viária de Petrolina-PE em formato “dwg⁷” (formato de arquivo em CAD - Computer-Aided Design, ou Desenho Assistido por Computador utilizado pelo AutoCAD), como mostra a Figura 17.



Figura 17 - Mapa da cidade de Petrolina em formato dwg

⁷ DWG é a extensão de arquivos de desenho em 2D e 3D nativa do *software* AutoCAD.

Este arquivo foi georeferenciado e transformado para um formato que pode ser manipulado pelo ArcGis, funcionando como camada básica para a criação de uma base contendo os eixos das ruas e passível de manipulação com os algoritmos específicos do SIG (rotas, áreas de serviços, entre outras), (observar as Figuras 18 e 19).



Figura 18 - Mapa de eixos de Petrolina com ruas, avenidas e bairros.



Figura 19 - Detalhe do mapa de eixos de Petrolina com as ruas e os bairros

A partir da camada de limites dos bairros, que delimita todos os bairros (do arquivo .dwg) foi criada uma camada com polígonos para identificar os bairros, como mostram as Figuras 20 e 21.

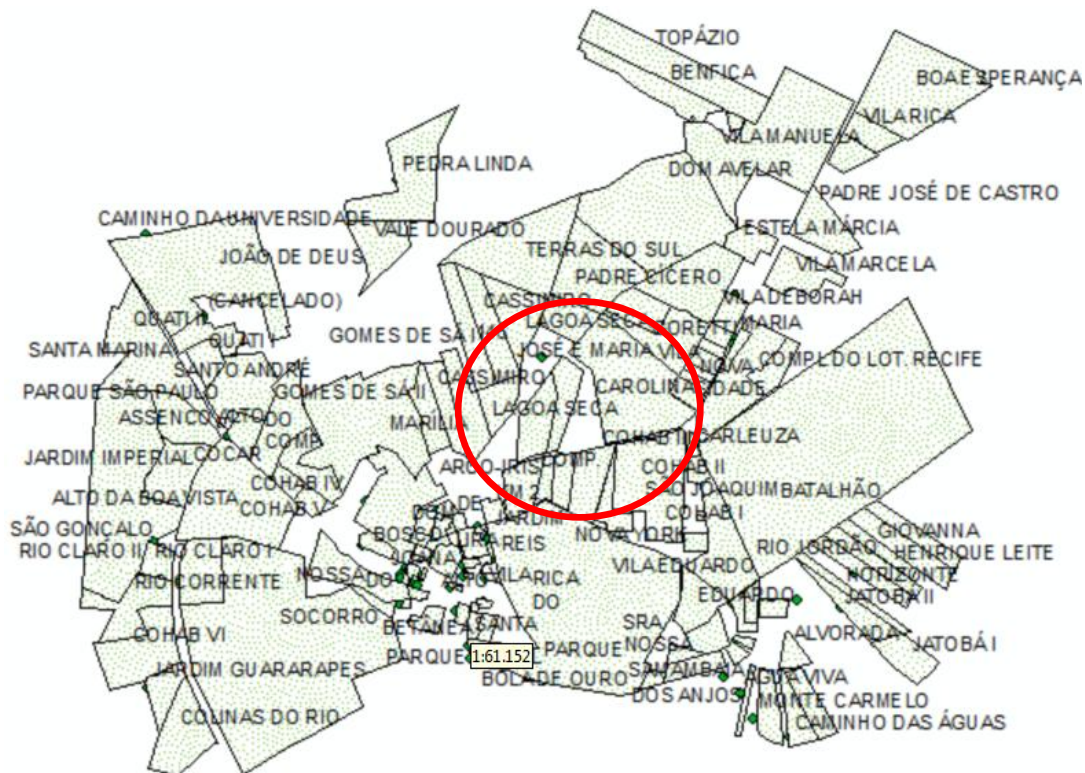


Figura 20 - Combinação de ruas e bairros.

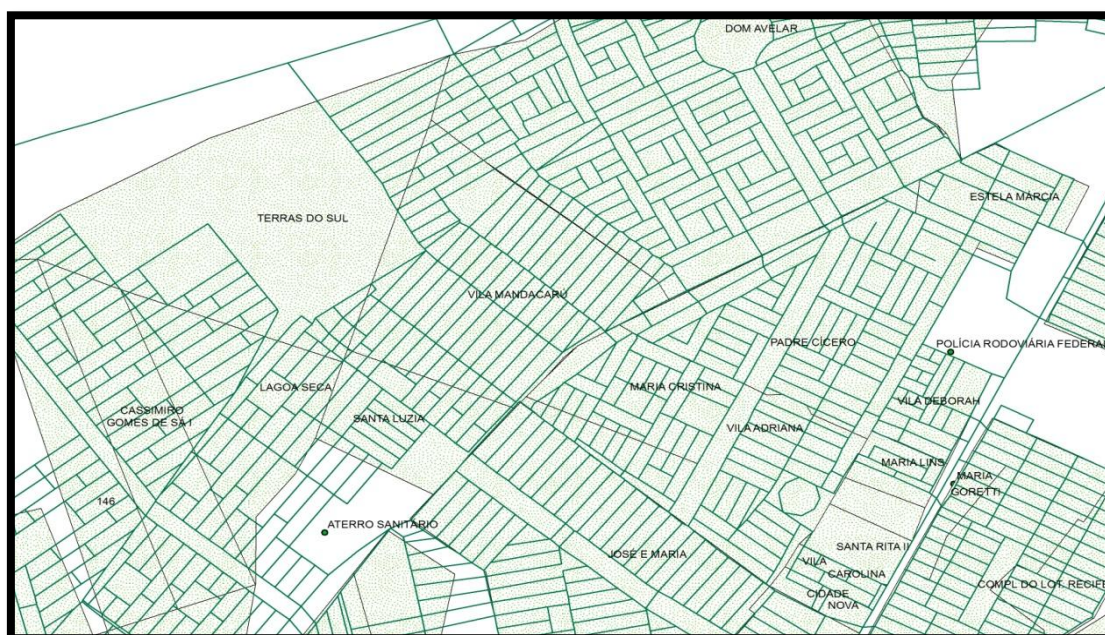


Figura 21 Camada de Polígonos Identificando os bairros.

3.3 Obtenção de dados do SAMU

Com as bases de eixos e bairros prontas, faltava adequá-las para as exigências do SAMU, de acordo com os dados disponíveis. Para iniciar o tratamento das informações, algumas questões tiveram que ser levantadas, tais como:

1. Quais as informações necessárias?
2. Quem as possui?
3. Como estão agrupados/organizados os dados?

Em pesquisa junto ao SAMU, foi identificado que as chamadas cadastradas no Serviço não são georreferenciadas, independente de resultarem em deslocamento ou não das ambulâncias. A chamada registrada possui os seguintes campos: nome do solicitante, data, hora da chamada, rua, número do imóvel, logradouro, complemento e motivo da chamada, condição médica e diagnóstico.

Somente após o diagnóstico do médico é que a chamada poderá ser liberada para o atendimento da ambulância, pois, às vezes, não há motivo para o deslocamento do veículo.

Alguns dados foram disponibilizados em formato de Excel e Word referentes aos anos de 2007, 2008 e 2009.

Na Tabela 2 tem-se os dados referentes ao ano de 2009 dos atendimentos que precisaram de deslocamento de ambulância, utilizando a USA e a USB.

Na Figura 22 temos um senso dos principais bairros com os dados das ocorrências registradas no ano de 2009.

Tabela 2 - Total geral de atendimentos com USA e USB no SAMU - 2009

Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Total
558	866	1203	1040	1070	954	989	997	940	8617

Fonte: SAMU Petrolina - PE

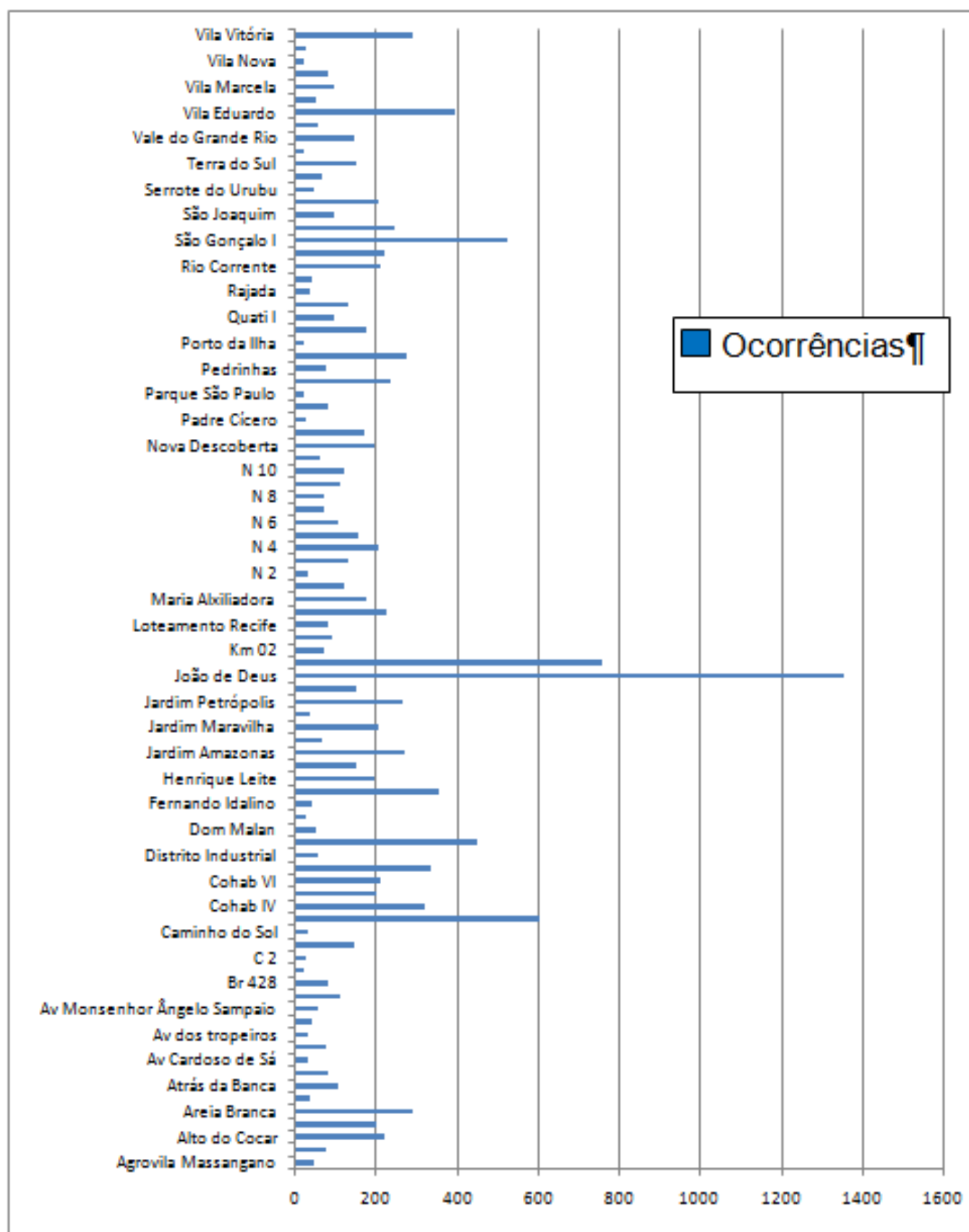


Figura 22 – Senso dos principais bairros de Petrolina-PE.

Com a análise dos dados foi possível visualizar toda a área de cobertura que o SAMU atende em Petrolina-PE. A Figura 23 mostra uma reedição do mapa, com o nome dos bairros e suas respectivas ocorrências. As áreas mais escuras do mapa, correspondem aos bairros com maiores ocorrências.

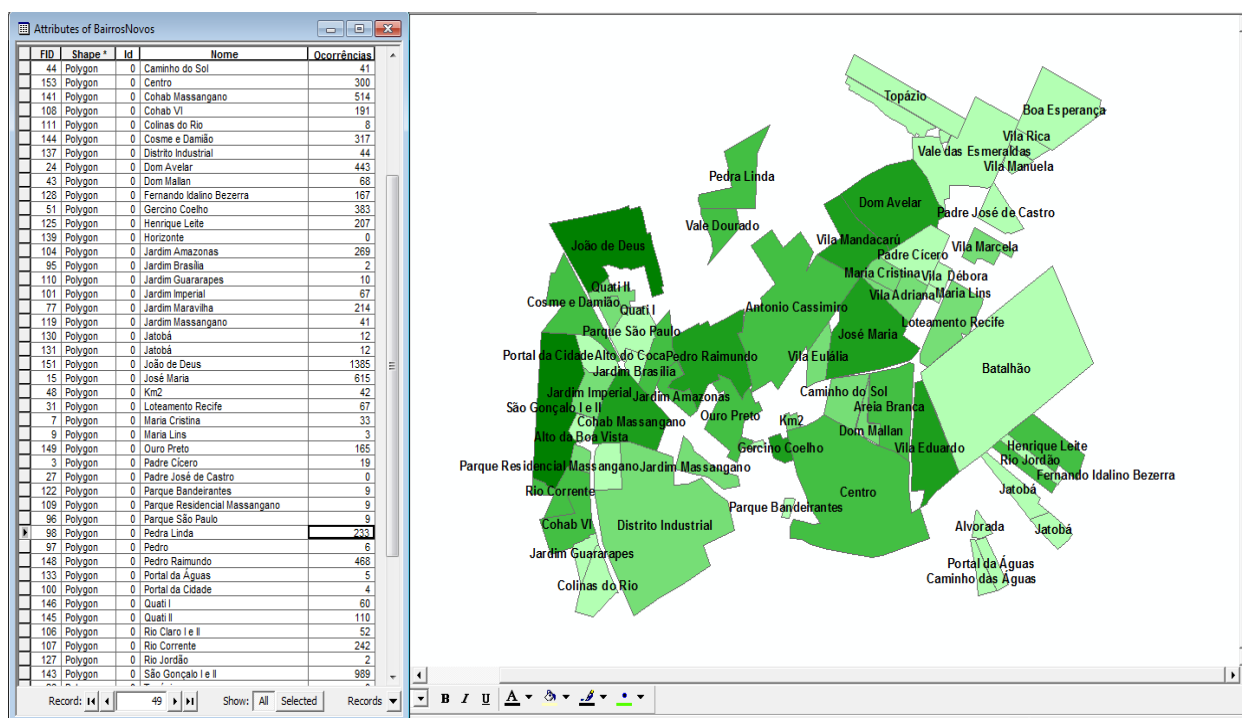


Figura 23 - Delineamento dos bairros

É necessário localizar a sede do SAMU e dos principais hospitais utilizados como referência para encaminhar a vítima. Com relação aos hospitais foi usado como referências os hospitais públicos: Hospital Dom Malan e Hospital do Trauma e particulares: HGU – Hospital Geral de Urgências, Hospital Memorial e Hospital Neurocardio.

3.4 Tratamento e Análise dos Dados

Os dados brutos foram obtidos do SAMU de Petrolina-PE em uma planilha de formato Excel, os quais foram submetidos a uma triagem, onde foram desprezados

os registros que não geraram deslocamentos das ambulâncias. Foram extraídas ainda as ocorrências sem georreferência e de diagnóstico que resultaram apenas em transporte inter-hospitalar. Ao todo o SAMU realizou no ano de 2009, 8617 resgates. Totalizando em mais de 23 deslocamentos de ambulância por dia ao ano.

Com esses dados foi possível saber a demanda por ocorrências do SAMU que geram deslocamento de ambulância, pois é de fundamental importância possuir um sistema eficiente na prestação do serviço oferecido pela instituição como: a roteirização que levará ao resgate da vítima, a roteirização que encaminhará a vítima ao hospital mais próximo e a área de cobertura a partir da localização da sede e das ambulâncias em pontos estratégicos.

3.4.1 Rota de Resgate

Muitas vezes o próprio SAMU, com sua junta médica de profissionais, realiza o atendimento médico a vítima no local da ocorrência, sem a necessidade de encaminhamento rápido ao hospital. O estabelecimento da rota de resgate visa informar a correta rota que ambulância deve percorrer para chegar até onde se localiza a vítima, assim como, a redução do tempo na prestação de socorro. Essa informação deve ser passada ao motorista da ambulância, após a ordem médica.

Com o mapa de eixos georeferenciado com todas as informações necessárias (sede do SAMU, bairros e hospitais), para realizar a roteirização utiliza-se a ferramenta **Network Analyst** do ArcGIS, informando ao software os principais dados necessários para realizar a rota em função do tempo e da distância.

3.4.2 Rota de Resgate e encaminhamento ao Hospital mais próximo

Quando a ocorrência é grave é necessário além da rota de resgate, o encaminhamento da vítima ao hospital mais próximo. Este tipo de atividade beneficia muito a prestação do serviço, pois é analisado de acordo com o local da ocorrência.

Utilizando a ferramenta do ArcGIS, **Network Analyst**, é simulada a rota de resgate e a rota de encaminhamento da vítima ao hospital mais próximo da ocorrência reduzindo o tempo de socorro.

3.4.3 Área de Cobertura

Com o crescimento acirrado da população é de notória importância ter conhecimento da área de cobertura em função do tempo que a ambulância leva para percorrer a região de cobertura.

A área de cobertura indicará se a sede do SAMU de Petrolina-PE atende de forma eficiente a população. Assim como, um possível posicionamento estratégico das ambulâncias para aumentar o alcance de cobertura.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

Os resultados obtidos através da aplicação de estudos de otimização para o SAMU utilizando os SIGs serão expressos nesse capítulo.

4.1 Roteirização e Encaminhamento ao hospital.

As utilizações dos SIGs melhoram o processo, pois além de muito prático e de fácil aplicação permite a manipulação de diversos cenários, economizando tempo e recursos. A Figura 24 mostra a facilidade de localização de ocorrências.

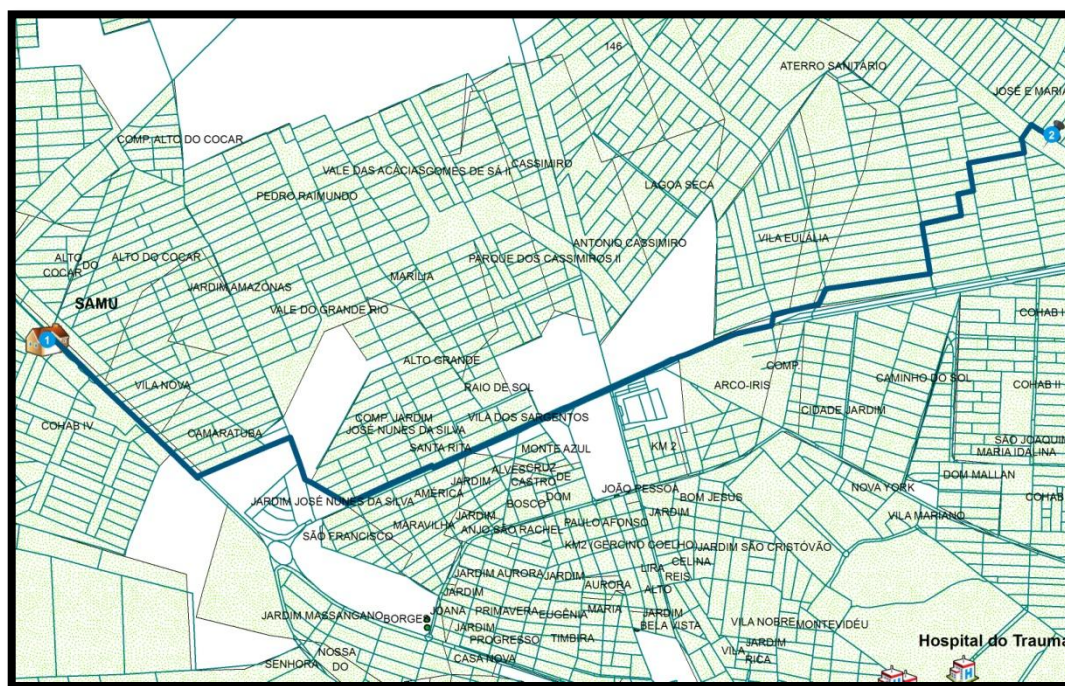


Figura 24 - Rota de resgate no bairro José e Maria

Esta rota da Figura 24 indica a realização de um resgate no bairro **José e Maria**. Uma distância total de 6,2Km (quilômetros) e com a ambulância com média de velocidade de 70 km/h (definido pelo software) o resgate leva cerca de 5,34 minutos. Observe quanta informação pode ser passada para equipe de resgate.

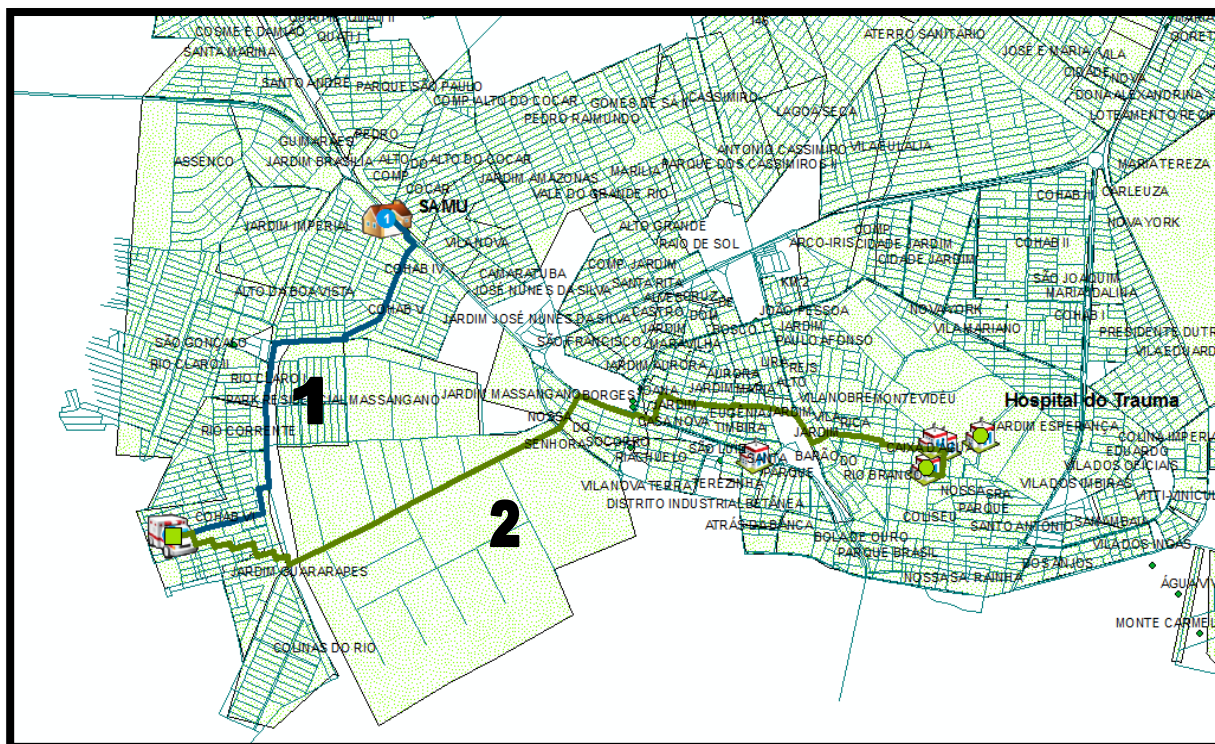


Figura 25 - Rota de resgate no bairro Cohab VI com encaminhamento a hospital.

Na Figura 35 tem-se um resgate no bairro **Cohab VI** seguido de encaminhamento para o hospital público mais próximo da ocorrência.

Ao receber a chamada o tempo que a equipe do SAMU de Petrolina leva para que o médico regulador, após, o cadastro do informante e a análise da situação, decida que a ocorrência é de necessidade de deslocamento de ambulância, assim como a sua preparação, é de aproximadamente 6 minutos (informação obtida junto a central de atendimento do SAMU-PE).

A primeira rota é da base do SAMU, onde ficam as ambulâncias, para o local da urgência. Essa rota tem a distância de 3,7 Km. A segunda rota compreende a rota de encaminhamento com distancia de 7 Km, do local da ocorrência até o hospital. A rota completa tem distância de 10,7 Km e dois tempos de execução, um para a rota 1 e outro para a rota 2, considerando o tempo de parada para socorrer a vítima no intervalo de 2 a 5 minutos (dependendo da gravidade da urgência), o tempo total, com ambulância na velocidade de 70 Km/h, está no intervalo de 11 a 15 minutos.

O Tempo aproximado total da realização da ocorrência é de 21 minutos. Este tempo é com o conhecimento prévio do local da ocorrência.

4.2 Área de cobertura

O SAMU de Petrolina se localiza no bairro **Coab IV**. A área de cobertura atendida em função do tempo é mostrada na Figura 26.

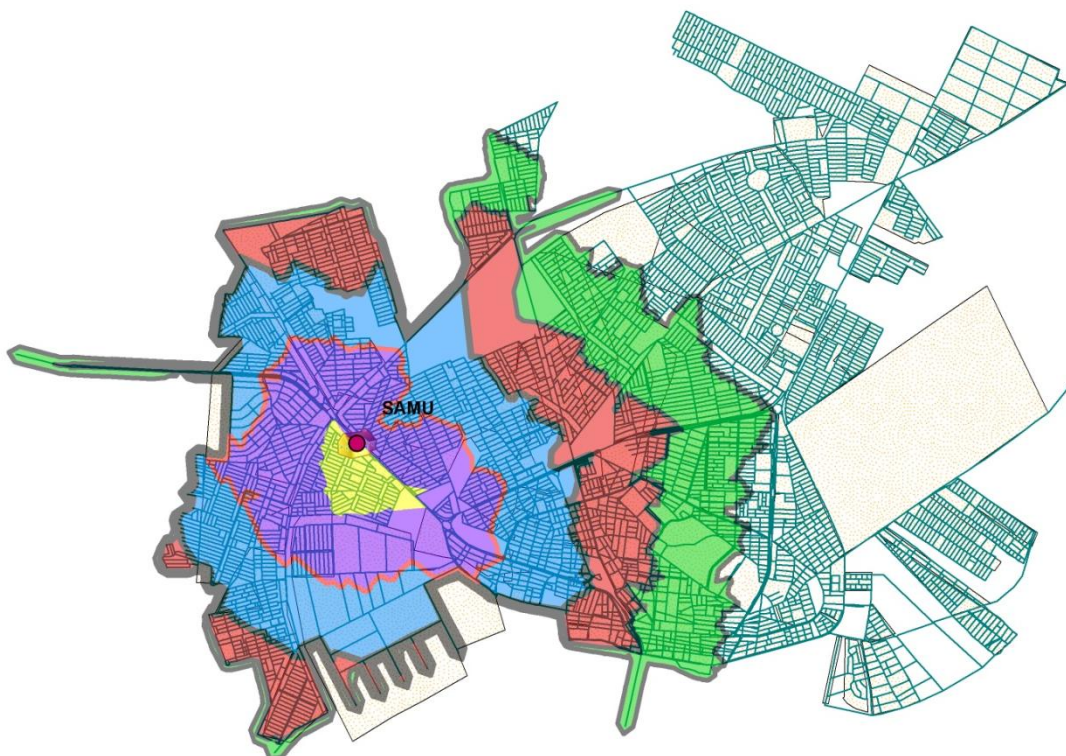
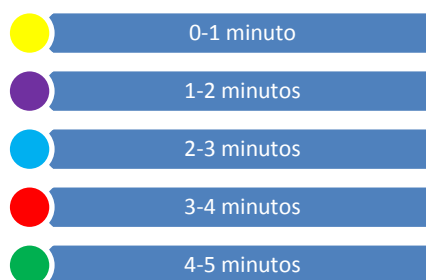


Figura 26 - Áreas de coberturas no intervalo de 0 a 5 minutos

Legenda 1 - Intervalos de cobertura



Como pode-se observar na Figura 26, cerca de 40% da cidade não é coberta no tempo estabelecido, que está no intervalo de 0 a 5 minutos, tempo ideal para a realização da rota de resgate (este é tempo da ambulância em trânsito, apenas para realizar o resgate, sem encaminhamento ao hospital) conforme Tani, (2003).

A localização da sede é muito importante, pois, é dela que saem as ambulâncias, e neste caso com a sede localizada na **Cohab IV** o SAMU não atende

os principais focos de ocorrências que se localizam nos extremos e no centro da cidade. Este problema pode se agravar porque a tendência da cidade e da população é crescer acarretando um aumento significativo dos agravos à saúde.

A Figura 27 simula uma possível localização correta para implantação da sede do SAMU de forma a atender um maior território da cidade.

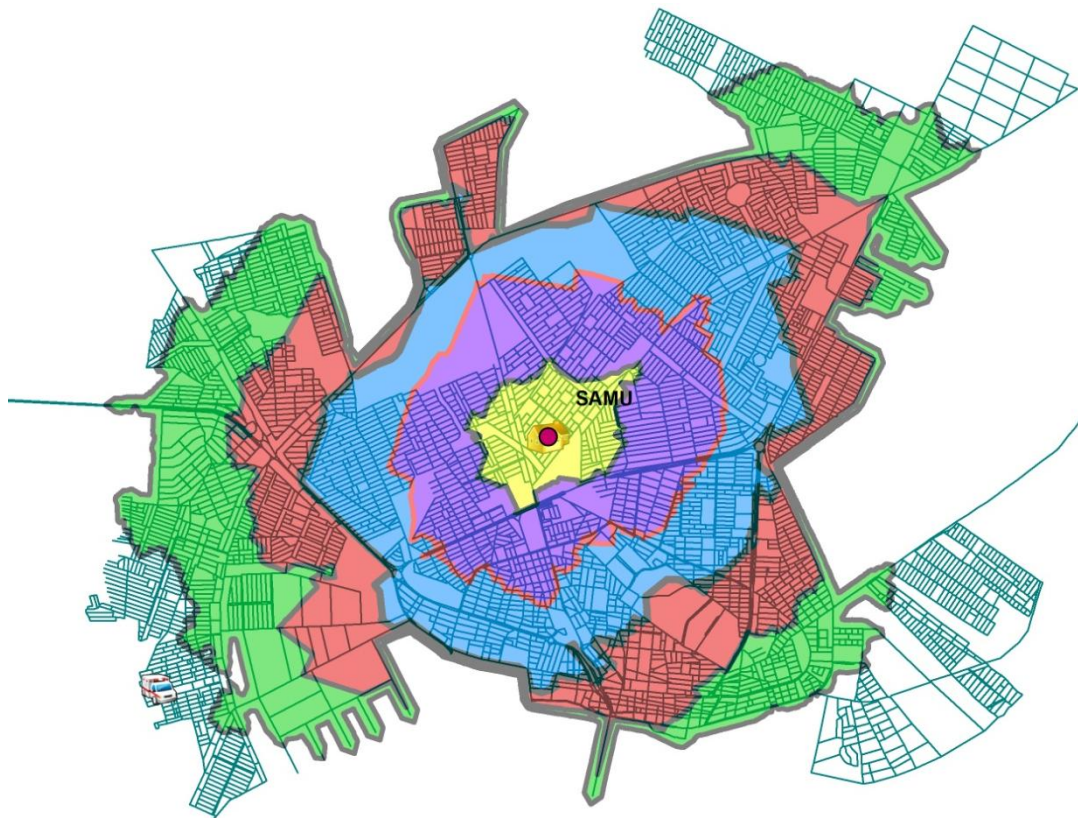


Figura 27 - Áreas de coberturas no intervalo de 0 a 5 minutos

Legenda 2 - Intervalos de cobertura



Observe na Figura 27, que a maior parte da cidade é coberta quando o SAMU se localiza no centro da cidade, neste caso no bairro **Antonio Cassimiro**.

Na Figura 28 temos o ideal, que é o posicionamento estratégico de ambulâncias em locais críticos. De acordo com a demanda, 2 ambulâncias colocadas em pontos estratégicos da cidade, nos bairros **Vila Mandacaru** e **Areia Branca** atenderia todas as ocorrências nos seus devidos tempos de resgate e encaminhamento.

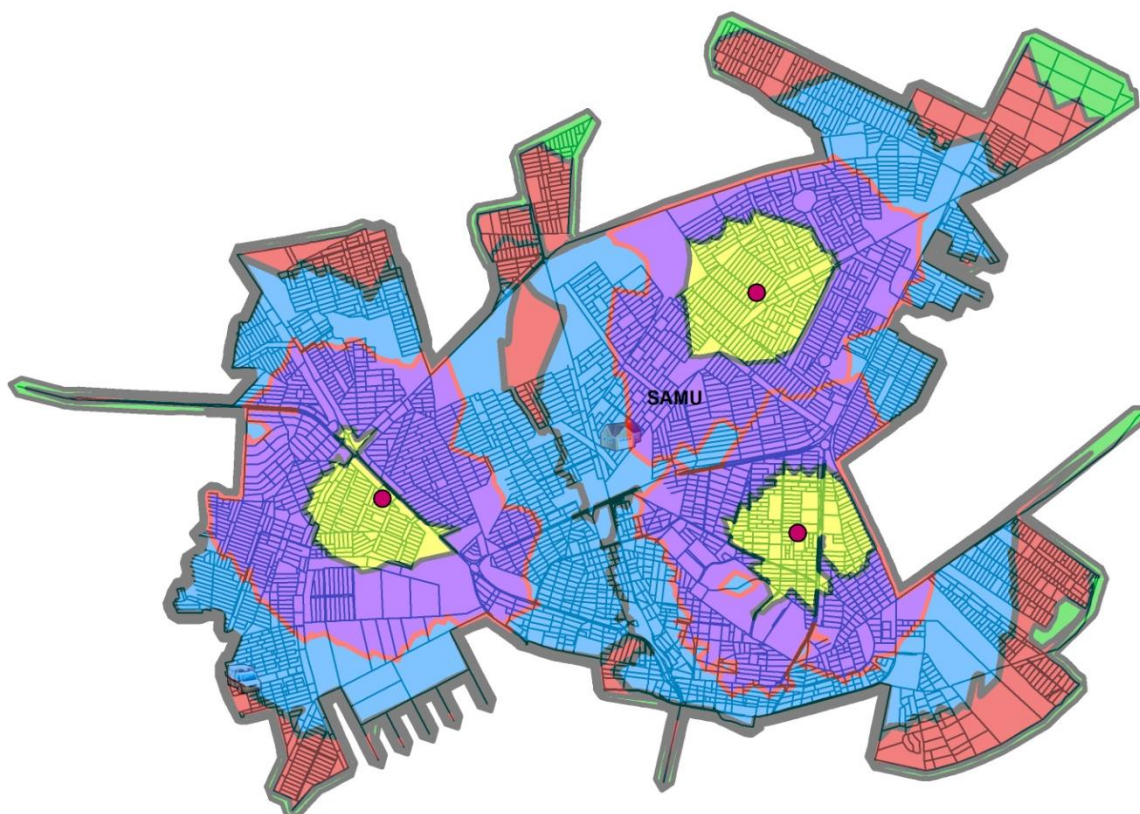


Figura 28 - Área de cobertura com ambulâncias em pontos estratégicos

Legenda 3 - Intervalos de cobertura



5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para responder o questionamento a respeito de como buscar a otimização do Serviço de Atendimento Móvel de Urgência através da utilização de Sistemas de Informações Geográficas, foi feito um estudo do mapeamento da cidade de Petrolina-PE que possibilitou o alcance do principal objetivo deste trabalho.

A pesquisa realizada, apoiada pela revisão bibliográfica e estudos em laboratório, permitiu obter conhecimento acerca da prestação de serviço do SAMU e como otimizar os principais processos utilizando os SIGs.

Este capítulo aborda os resultados dessa pesquisa e sugere recomendações para outros trabalhos.

5.1 Conclusões

Com finalidade de melhorar a qualidade do serviço prestado do SAMU de Petrolina-PE, algumas considerações devem ser feitas. O SAMU de Petrolina-PE não possui sistemas com dados georeferenciados que possuam algoritmos capazes para análise e manipulação de diversos cenários, que envolva busca e encaminhamento ao hospital mais próximo. Todo trabalho é realizado de forma empírica.

O estudo da área de cobertura mostra que a sede do SAMU de Petrolina-PE não estar estrategicamente localizada da melhor forma para atender a população da cidade com eficiência, como também, trás possibilidades de melhorias, com alternativas para uma localização exata da sede e de possíveis estacionamentos das ambulâncias em locais estratégicos de forma a aumentar a área de cobertura do serviço prestado.

Os objetivos específicos deste trabalho foram alcançados e com relação a cada um deles, podemos destacar:

- Foi criada uma base de dados georeferenciada da cidade de Petrolina-PE contendo as ruas, sendo passíveis de manipulação através dos algoritmos existentes no SIG utilizado;
- Foram analisados opções para o posicionamento estratégico das ambulâncias, assim como alternativas para a localização da sede do SAMU;
- Foram criados mapas temáticos, contendo as ruas e bairros, passíveis de manipulação, que ajudam a minimizar as rotas em função do tempo.

5.2 Recomendações

Como recomendações para trabalhos futuros, sugerem-se:

- Utilização desta pesquisa em outros setores como o *corpo de bombeiros, polícias, prefeitura*, dentre outros;
- Elaboração de sistemas de coleta e de triagem de dados relevantes para análise e monitoramento de roteirização;
- Treinamento de pessoal utilizando o SIG;
- Acompanhamento de ocorrências que gerem deslocamento de ambulâncias de cada bairro de Petrolina-PE.

REFERÊNCIAS

ASSAD, E. D., SANO, E. E. **Sistemas de Informações Geográficas: aplicações na agricultura**. 2ª edição, revisada e ampliada – Brasília: Embrapa – SPI/ Embrapa – CPAC, 1998.

BROWN, D.B. (1994) - **Proxy Measures in Accident Countermeasure Evaluation: a Study of Emergency Medical Services**. *Journal of Safety research*. Vol. 11.

CÂMARA, Gilberto et al. **Anatomia de Sistemas de Informação Geográficas**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2007. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/geopro/livros/anatomia.pdf>> Acesso em: 18 de Maio de 2010.

CARVALHO, P. C. M. ; JUCA, S. C. S. ; AGUIAR JUNIOR, J. S. . **A relevância dos sistemas de informação geográfica no desenvolvimento das energias renováveis**. Ciências & Cognição (UFRJ), v. 09, 2006.

CASTRO, M. C. de. **O que é o ArcGIS?** 2006.
<<http://www.igeo.ufrj.br/gruporetis/phpmyfaq/index.php?action=artikel&cat=4&id=155&artlang=pt-br-br>> Acesso em: 21 de Março 2010.

DESTRI JR, Jorge. **Sistema de apoio à decisão espacial aplicado ao serviço de atendimento móvel de urgência em vias de trânsito**. 2005. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

DESTRI JUNIOR, J.; VALENTE, A. M. , 2005, Porto Alegre - RS. **A logística no serviço de atendimento móvel de urgência (SAMU)**. Anais do XXV Encontro Nacional DE ENGENHARIA de Produção - ENEGEP 2005, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa de informações básicas municipais: perfil dos municípios brasileiros**. Gestão Pública, 2009. Rio de Janeiro, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **População e Domicílios - Censo 2000 com Divisão Territorial 2001**. Disponível em:
<<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/comparamun/compara.php?codmun=261110&coduf=26&tema=amostra&codv=V01&lang=>>> Acesso em: 07 set 2009.

JARDIM, R. X.; CONCEIÇÃO, S. V. ; CARVALHO, C. . **Localização estratégica para o serviço de atendimento móvel de urgência na região metropolitana de Belo Horizonte**. In: XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2005, Florianópolis. XXIV ENEGEP. Porto Alegre : Abepro, 2004.

MACHADO, J. J. **SERVIÇO DE ATENDIMENTO MÓVEL DE URGÊNCIA - SAMU/192**: O Enfermeiro diante do atendimento pré-hospitalar. Monografia de graduação. Faculdade Assis Gurgacz. Cascavel, 2007.

MATHEUS, Carmen Lúcia. **Integração entre Geoprocessamento e a Tecnologia GPS na PMMAmb DA 6ª Região**. Monografia de Graduação em Ciências da Computação, UFL, Lavras-MG, 2003.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Política Nacional de Atenção às Urgências**. Brasília: Ministério da Saúde, 2008. (Série E. Legislação da Saúde).

OLIVEIRA, Érico Anderson. **Caminhos de geografia**: otimização da localização das bases de operação do serviço de atendimento móvel de urgência - SAMU/BH através do uso de técnicas de geoprocessamento. Uberlândia-MG, 2008.

PEREIRA, G. C.; SILVA, B. C. N. **Geoprocessamento e Urbanismo**, 2001. Programa de Pós-Graduação em Geografia - UNESP; AGETEO, 2001.

PINA, Maria de Fátima de. **Conceitos básicos de Sistemas de Informação Geográfica e Cartografia aplicados à saúde**. Brasília: OPAS, 2000.

Portaria 1864/GM de 29 de setembro de 2003. Disponível em : www.saude.gov.br/samu/legislacao/downloads/portaria-1864gm.doc. Acesso em: 19 de Fevereiro de 2010.

Portaria nº 2048, de 05 de novembro de 2002. Disponível em www.saude.gov.br/samu/legislacao/leg_2048. Acesso em: 10 de Março de 2010.

RETKA, Nilvo. SAMU - Maringá: **caracterização dos atendimentos e participação do enfermeiro no processo do trabalho**. Monografia de graduação. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Cascavel, 2005.

RIBEIRO, T. A. R., **Projeto piloto de um SIG para a Polícia Militar de Meio Ambiente – Estudo de caso em Lagoa Santa MG**, Departamento de Cartografia/UFMG - Belo Horizonte/MG, - 2002.

TAKEDA, R. A. (2000). **Uma contribuição para avaliar o desempenho de sistemas de transporte emergencial de saúde**. Tese de Doutorado em Transportes, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

TANI, V. Z. **SAD baseado em caminhos mínimos e georeferenciamento**: uma ferramenta de apoio ao serviço de regulação médica, 2003. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.

ZEILER, Michael. **Modeling Our World**: The ESRI Guide to Geodatabase Design. ESRI. 1999.