

**CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA
DIRETORIA DE ENSINO
CENTRO DE ENSINO BOMBEIRO MILITAR - CEBM
ACADEMIA BOMBEIRO MILITAR**

MICHEL PIRES DE ARAUJO

**APLICAÇÃO DA TEORIA GERAL DE GRAFOS NA DEFINIÇÃO DA
LOCALIZAÇÃO DE CENTROS DE EMERGÊNCIA PARA SALVAGUARDAR UM
CONJUNTO DE PEQUENOS MUNICÍPIOS: UMA FERRAMENTA DE TOMADA DE
DECISÃO**

**FLORIANÓPOLIS
ABRIL 2014**

Michel Pires de Araujo

Aplicação da teoria geral de grafos na definição da localização de centros de emergência para salvaguardar um conjunto de pequenos municípios: uma ferramenta de tomada de decisão

Projeto de Pesquisa apresentado para elaboração do Trabalho de Conclusão de Curso em cumprimento parcial às exigências do Curso de Formação de Oficiais, do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina.

Orientador: Ten Cel BM João Batista Cordeiro Júnior

**Florianópolis
Abril 2014**

CIP – Dados Internacionais de Catalogação na fonte

A663a Araujo, Michel Pires de

Aplicação da teoria geral de grafos na definição da localização de centros de emergência para salvaguardar um conjunto de pequenos municípios : uma ferramenta de tomada de decisão . / Michel Pires de Araujo . -- Florianópolis : CEBM, 2014.

100 f. : il.

Monografia (Curso de Formação de Oficiais) – Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina, Centro de Ensino Bombeiro Militar, Curso de Formação de Oficiais, 2014.

Orientador: Ten Cel BM João Batista Cordeiro Júnior, Esp.

1. Teoria geral de grafos . 2. Instalação de centros de emergência .
3. Atendimento emergencial – tempo resposta II. Título.

CDD 363.3

Michel Pires de Araujo

Aplicação da teoria geral de grafos na definição da localização de centros de emergência para salvar um conjunto de pequenos municípios: uma ferramenta de tomada de decisão

Monografia apresentada como pré-requisito para conclusão do Curso de Formação de Oficiais do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina.

Florianópolis (SC), 08 de abril de 2014.

Ten Cel BM João Batista Cordeiro Júnior, Esp.
Professor Orientador

Ten Cel BM Altair Francisco Lacowicz, Esp.
Membro da Banca Examinadora

Ten Cel BM César de Assumpção Nunes, Esp.
Membro da Banca Examinadora

Ao meu avô, José Onofre Pires (*in memoriam*),
pela construção de uma família a qual tenho
grande orgulho de pertencer.

Ao Cel PM Ref João Cesar Pastoris
Formighieri pela dedicação ao trabalho na
construção de uma comunidade mais justa.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais que sempre priorizaram minha formação intelectual, possibilitando a realização deste trabalho.

Aos meus irmãos, Michelle, Ronaldo, Marcelo e Katherine, pelas brincadeiras e brigas que permitiram compreender sobre os bons momentos e as adversidades que a vida pode nos proporcionar.

A minha noiva, Renata Biana da Silva, que sempre esteve ao meu lado, principalmente nessa difícil jornada. Por me fazer acreditar na ideia deste trabalho, bem como por ter me auxiliado, de sobremaneira, em cada etapa do desenvolvimento.

Aos meus amigos: Francisco Lovatel Gualdi, Giovanni Formighieri, Jason Schreiner dos Santos, Leonardo Steinmetz Alvarez, Mariana Bittencourt e Tharnier Puel de Oliveira que direta ou indiretamente me apoiaram nessa fase da vida.

Às bibliotecárias do CEBM, Natalí e Marchelly pelas produtivas considerações.

Ao meu orientador, Ten Cel BM João Batista, pelas contribuições na elaboração deste trabalho.

"A estratégia é uma economia de forças."

(Karl von Clausewitz)

RESUMO

Partindo do pressuposto de que cidades menores, distantes de localidades dotadas de OBMs, além de, por vezes, não possuírem recursos suficientes à manutenção de quartéis, apresentam-se prejudicadas em relação ao tempo resposta nos atendimentos emergenciais, evidenciou-se a necessidade do desenvolvimento de uma ferramenta que, pautada em um modelo matemático, embasado na teoria geral de grafos, apontasse o local ótimo à instalação de um novo centro de emergência que atendesse a um conjunto de cidades. O fator tempo resposta é a variável responsável pela carência e precariedade nos atendimentos emergenciais nas referidas cidades, sendo, portanto o item priorizado na definição do modelo. Aplicou-se a ferramenta nas cidades de: Águas Mornas, Alfredo Wagner, Angelina, Anitápolis, Rancho Queimado e São Bonifácio, caracterizando um estudo de caso.

Palavras-chave: Teoria geral de grafos, instalação de centros de emergência, tempo resposta.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Grafo dirigido e grafo não dirigido.....	28
Figura 2 - Grafo rotulado.....	29
Figura 3 - Grafo desconexo.....	29
Figura 4 - Grafo valorado.....	30
Figura 5 - Grafo cíclico.....	30
Figura 6 - Exemplo de utilização do sistema Google Maps® durante a extração de dados....	41
Figura 7 - Quartéis BM Santa Catarina.....	42
Figura 8 - Área de estudo.....	43
Figura 9 - Mapa rodoviário do local em estudo.....	44
Figura 10 - Versão inicial da representação esquemática do grafo.....	45
Figura 11 - Grafo valorado.....	46
Figura 12 - Grafo em árvore não valorado.....	47
Figura 13: Localização dos vértices 34 e 37.....	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Dados demográficos.....	18
Tabela 2: Dados ocorrências 2012	37
Tabela 3: Inserção da variável população.....	49

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Relação teórica entre a velocidade (V) e o fluxo (q) para condições ideais.....	21
Gráfico 2: Informações das ocorrências extraídas do sistema E-193.....	38
Gráfico 3: Comparativo dos resultados entre vértices.....	49
Gráfico 4: Índice de melhoria com base nas concentrações populacionais.....	50

LISTA DE SIGLAS

AHA - *American Heart Association*

ASU - Auto Socorro de Urgência

CBMSC - Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina

CTB - Código de Trânsito Brasileiro

DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura e Transportes

FUNREBOM - Fundo Municipal de Reequipamento do Corpo de Bombeiros

GPS - *Global Positioning System*

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

NAVSTAR-GPS - *Navigation System with Time And Ranging*

OBM - Organização Bombeiro Militar

Proesb - Programa de Expansão dos Serviços de Bombeiros

SEM - Serviço de Emergência Médica

SQL - *Structured Query Language*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 PROBLEMA	13
1.2 OBJETIVOS	13
1.2.1 Objetivo Geral	13
1.2.2 Objetivos Específicos	13
1.3 JUSTIFICATIVA	13
1.3.1 Relevância Científica	14
1.3.2 Relevância Social	15
2 REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1 SEGURANÇA PÚBLICA	16
2.2 PROGRAMA DE EXPANSÃO DOS SERVIÇOS DE BOMBEIRO	16
2.3 TEMPO DE DESENVOLVIMENTO DO FOGO	19
2.4 VELOCIDADE MÉDIA DE VIATURAS	19
2.4.1 Variáveis que interferem na velocidade média de veículos	20
2.4.2 Uso do Global Positioning System (GPS)	22
2.5 DEFINIÇÃO DE “TEMPO RESPOSTA”	23
2.6 GOLDEN HOUR	23
2.6.1 Período de Ouro	24
2.6.2 Avaliação Inicial do Paciente	24
2.7 SISTEMA E-193	24
2.8 ALGORITMO.....	26
2.9 INTRODUÇÃO A TEORIA GERAL DE GRAFOS	26
2.9.1 Representação de Grafos	27
2.9.1.1 <i>Esquemas</i>	27
2.9.1.2 <i>Lista de Adjacência</i>	27
2.9.2 Tipos de Grafos	28
2.9.3 Excentricidade em grafos	31
2.10 ABSTRAÇÃO E REDUTIBILIDADE	31
3 MÉTODO	33
3.1 MODELO MATEMÁTICO DE GRAFOS	34
3.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	35
4 ANÁLISES E RESULTADOS	36
4.1 COLETA DE DADOS.....	36
4.1.1 Ocorrências atendidas em 2012	37
4.1.2 Cálculo do tempo de deslocamento através do Google Maps®	39
4.2 APLICAÇÃO DA FERRAMENTA.....	41
4.2 RESULTADOS.....	48
5 CONCLUSÃO	52
REFERÊNCIAS	54
APÊNDICE 1 - Lista de Adjacência	60
APÊNDICE 2 - Iterações Algorítmicas	61
APÊNDICE 3 - Consultas à Base de Dados - E-193	92

1 INTRODUÇÃO

Muitas cidades do interior do Estado de Santa Catarina não possuem quartéis do Corpo de Bombeiros Militar. Essas cidades, quando necessitam de serviços de urgência, dependem das guarnições de cidades próximas. Em alguns casos, a distância entre essas cidades compromete o tempo resposta.

O Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina (CBMSC) adota como referência para atendimentos a emergências médicas o protocolo criado pela *American Heart Association (AHA)*. Esse protocolo especifica uma corrente de sobrevivência para atendimento pré-hospitalar. O primeiro elo dessa corrente trata do acionamento rápido ao Serviço de Emergência Médica (SEM), evidenciando a real importância do rápido atendimento por equipe especializada para esse tipo de ocorrência.

O método supracitado justifica e afirma a necessidade do estudo da criação de uma ferramenta de tomada de decisão que possa manter atendimentos dentro de um limite específico de tempo, otimizando recursos humanos, financeiros e tecnológicos.

Para este estudo, a definição para “tempo resposta” é imprescindível, sendo considerado do tempo transcorrido entre o acionamento do SEM à chegada da viatura ao local da ocorrência do sinistro. A redução do tempo médio de resposta entre as ocorrências é uma das metas a serem perseguidas pelas organizações cujas atividades de socorro trabalham numa faixa de fronteira muito estreita entre a vida e a morte. Serve também como um fator determinante para a avaliação positiva da instalação de uma Organização Bombeiro Militar (OBM).

O uso de ferramentas matemáticas na definição da localização geográfica de uma OBM, justificada pelo fato de tempo e distância serem métricas numéricas, trarão resultados objetivos, minorando o tempo de estudo de viabilidade, fazendo do processo de implementação uma decisão pré-estabelecida e pautada em fases recorrentes.

Outras diretrizes far-se-ão necessárias antes da efetiva tomada de decisão, sendo este trabalho engajado na construção de apenas uma metodologia que tratará da distribuição logística facilitada.

Não são objetos do presente estudo fatores políticos e especificações de medidas de aplicação obrigatória, mas sim conceber uma visão genérica do sistema, de seus aspectos legais e das vantagens de seu emprego.

1.1 PROBLEMA

Para que cidades com número reduzido de habitantes não fiquem dependentes de centros de emergência de grande porte e de distante localização, será abordada a seguinte problemática no direcionamento do presente trabalho:

É possível definir métricas baseadas no modelo matemático de grafos para a delimitação de um ponto geográfico que determine a instalação de um centro de emergência?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Definir um modelo matemático que precise a localização de centros de emergência, baseado em tempo médio de resposta, para salvaguardar um conjunto de municípios não favorecidos pela atual disposição dos quartéis e sirva como uma ferramenta para tomada de decisão estratégica.

1.2.2 Objetivos Específicos

- a) criar um modelo matemático embasado na teoria de grafos que especifique um ponto geográfico para estabelecimento de um centro de emergência;
- b) definir métricas que orientem tecnicamente a instalação da OBM em determinada localidade;
- c) aplicar o estudo em uma região do Estado de Santa Catarina.

1.3 JUSTIFICATIVA

A definição do local de um centro de emergência é uma atividade que depende de vários elementos, dentre eles: número de habitantes, número de cidades próximas, indústrias próximas, recursos da prefeitura, estatísticas de ocorrências, disponibilidade de

bombeiros pela corporação, fatores políticos, tempo resposta. Com base nesses dados, é possível estipular se determinada cidade é uma boa escolha para se criar um novo quartel.

A cidade de Anitápolis, por exemplo, que conta com 3.214 habitantes (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2010), não possui quartel do Corpo de Bombeiros (CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA, 2012), e é atendida pelos bombeiros lotados na cidade de Santo Amaro da Imperatriz, que dista 64 km daquela cidade. Essa condição impossibilita a chegada de equipe de socorro em menos de meia hora, o que compromete a efetividade do atendimento. No exemplo apresentado, o veículo de emergência passaria por duas outras cidades: Águas Mornas e Rancho Queimado. Considerando uma velocidade média teórica de 80 km/h, uma viatura levaria 48 minutos para chegar à cidade onde houve a ocorrência. Saliente-se que um veículo de grande porte dificilmente conseguiria manter tal velocidade devido às condições das estradas, curvas e relevo acidentado (variações altimétricas acentuadas).

Assim como acontece em Anitápolis, muitas cidades do Estado de Santa Catarina não dispõem dos elementos necessários à viabilização da construção de uma Organização Bombeiro Militar (OBM) em um local estratégico, que possa ampliar a cobertura do atendimento às ocorrências, não vinculando a guarnição a determinada cidade, fazendo melhor uso do potencial técnico disponibilizado pelo poder público.

Considerando a falta de efetivo do CBMSC, e também o fato de cidades menores não possuírem condições para auxiliar financeiramente a construção e manutenção de uma OBM através de um Fundo Municipal de Reequipamento do Corpo de Bombeiros - FUNREBOM, o rateio das responsabilidades maximizaria a oportunidade da instalação física próxima e do tempo reduzido de resposta, pela disponibilidade eficiente do efetivo.

1.3.1 Relevância Científica

Valer-se de instrumentos técnicos disponíveis e alocá-los de forma a produzir e utilizar conhecimentos.

A inovação trazida pela ferramenta permitirá o aperfeiçoamento de práticas já utilizadas, bem como a constatação e consolidação de dados, uma vez existentes – todavia, não antes estudados - muito importantes quando da definição do local de instalação de uma OBM.

1.3.2 Relevância Social

A utilização da ferramenta trará redução do tempo médio de resposta para a população e facilidade na tomada de decisão no nível estratégico do CBMSC.

Sendo a OBM instalada em um local que abranja várias cidades, o tempo resposta quando do acionamento do Corpo de Bombeiros será minorado e este alcançará uma demanda consideravelmente maior, indicador este que estará diretamente ligado à validade e eficiência da ferramenta.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Serão elucidados alguns termos que embasarão a presente investigação. Para tal, realizar-se-á uma pesquisa bibliográfica acerca de: *Golden Hour*¹, tempo de desenvolvimento do fogo, velocidade média de viaturas em rodovias, definição de “Tempo Resposta”, introdução à teoria geral de Grafos.

2.1 SEGURANÇA PÚBLICA

O artigo 144 da Constituição Federal de 1988 abrange no conceito de Segurança Pública o dever do Estado em preservar a incolumidade das pessoas através de seus órgãos. Uma vez que menos da metade dos 295 municípios (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2010) do Estado de Santa Catarina dispõem de quartéis do Corpo de Bombeiros Militar (CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA, 2012), faz-se necessária a ampliação da cobertura de atendimento, para que o direito constitucional seja garantido e abranja o Estado o mais próximo possível da sua totalidade.

Em alguns casos, a disposição facilitada de determinadas cidades, fazendo delas vizinhas e de relativo fácil acesso, uma OBM não precisa se restringir a área de sua instalação, possibilitando a extensão da cobertura às cidades adjacentes. Entretanto, o que se diagnostica é que as instalações dos atuais quartéis não primam pelo atendimento estratégico, aplicando respostas fora do conceito da *Golden Hour*.

2.2 PROGRAMA DE EXPANSÃO DOS SERVIÇOS DE BOMBEIRO

Do Programa de Expansão dos Serviços de Bombeiros – Proesb – o qual tem por finalidade “expandir a prestação efetiva dos serviços dos Corpos de Bombeiros Militar a todos os Municípios, bem como promover a disseminação da cultura de prevenção contra incêndios e fomentar a participação da comunidade nas atividades de bombeiros” (CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA, 2012), infere-se uma tentativa de quebra de paradigma. Enquanto o Proesb, através de uma visão concentrada, está focado em instalar quartéis em regiões populosas, limitando o atendimento das guarnições, as OBMs

1 *Golden hour* (hora de ouro) é o termo utilizado para descrever a importância do atendimento pré-hospitalar na primeira hora após um acidente. Neste período as chances de sobrevivência são maximizadas, aumentando as possibilidades de recuperação (NEWGARD, 2008).

buscam atender a aquelas cidades que ficam em suas proximidades. Por se tratar de um órgão estadual, o presente projeto de trabalho, através de uma visão holística, tem como objetivo demonstrar os benefícios de se agrupar um conjunto de pequenas cidades para que estas obtenham, juntas, características de cidades maiores. Dessa forma, com a construção de poucas novas unidades, toda população do Estado de Santa Catarina poderia ser atendida.

Quando se compara o objetivo deste trabalho com aquilo que é especificado no Proesb, verifica-se que novos conhecimentos poderiam ser produzidos. Ambos são, portanto, trabalhos complementares.

No Art. 3º do Proesb observa-se:

§ 2º O Programa de Expansão dos Serviços de Bombeiros possui a seguinte estrutura:

I – para os Municípios com até 20.000 (vinte mil) habitantes, atuarão, no mínimo, 06 (seis) Bombeiros Militares, 06 (seis) Brigadistas Municipais, apoiados por Bombeiros Comunitários, após o devido treinamento pelo Corpo de Bombeiros Militar;

II – para os Municípios com população de 20.000 (vinte mil) a 30.000 (trinta mil) habitantes, atuarão, no mínimo, 10 (dez) Bombeiros Militares, 08 (oito) Brigadistas Municipais, apoiados por Bombeiros Comunitários, após o devido treinamento pelo Corpo de Bombeiros Militar;

III – para os Municípios com população de 30.000 (trinta mil) a 50.000 (cinquenta mil) habitantes, será instalado um Pelotão de Bombeiros Militar com um contingente de, no mínimo, 15 (quinze) Bombeiros Militares, 10 (dez) Brigadistas Municipais, apoiados por Bombeiros Comunitários, após o devido treinamento pelo Corpo de Bombeiros Militar; (CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA, 2012)

Dentro da proposta sugerida pelo Proesb, optar-se-á por realizar um estudo de caso delimitado pela região das cidades compreendidas entre Santo Amaro da Imperatriz e Bom Retiro, tornando a pesquisa o mais próximo possível da realidade, uma vez que a utilização de dados fidedignos à situação atual dessa localidade trará uma confiabilidade maior à ferramenta.

Buscando-se números populacionais na base de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2010) pode-se verificar as seguintes informações:

Tabela 1: Dados demográficos

POPULAÇÃO	
Anitápolis	3.214
Rancho Queimado	2.748
São Bonifácio	3.008
Angelina	5.250
Águas Mornas	5.548
Alfredo Wagner	9.410

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2010)

Unitizando as cidades acima, seriam atendidas 29.178 pessoas. Esse número, com dados obtidos em 2010, chega próximo do teto descrito no inciso II do § 2º do Art. 3º do Proesb. Além disso, a nova OBM auxiliaria no atendimento das seguintes cidades próximas que já possuem quartéis: Santo Amaro da Imperatriz e Bom Retiro, que contam com 19.823 e 8.942 habitantes, respectivamente. Indiretamente, o novo modelo de atendimento abrangeria 57.943 cidadãos catarinenses. Ainda que não esteja inserida no centro urbano de uma cidade específica, a instalação da OBM em rodovias que liguem cidades próximas proporcionará o estreitamento das relações com as prefeituras, criando condições favoráveis para o treinamento de bombeiros comunitários e brigadistas municipais. Além de melhorar o tempo resposta das cidades abrangidas, haverá um rateio dos custos previstos no Art. 7º do Proesb (2012) para obter tal serviço:

- Art. 7º Compete, de forma alternativa ou concorrente, aos órgãos convenentes:
- I - aquisição de equipamentos operacionais destinados à implantação do Proesb;
 - II - aquisição de viatura de combate a incêndios, equipado com materiais básicos de combate a incêndios, salvamentos e resgate;
 - III - aquisição de viatura tipo auto socorro de urgência (ambulância), equipada com os materiais básicos para atendimento pré-hospitalar;
 - IV - aquisição de veículo médio tipo pick up 4 x 4, para a realização de transporte de materiais e pessoal, para apoio operacional;
 - V - pagamento de água, luz, linhas telefônicas, internet, alimentação, mobiliário, materiais de limpeza;
 - VI - custeio de despesas de manutenção, reparos, reposição, aquisição, seguro obrigatório, documentação e demais custos pertinentes aos veículos operacionais, administrativos e equipamentos;
 - VII - custeio de combustíveis e lubrificantes de veículos e motores.

Outro ponto importante é o atendimento de acidentes automobilísticos nas rodovias SC 407, SC 431, SC 481 e BR 282 - conhecida como “Corredor do Mercosul” - a qual está entre as 10 estradas federais, sob administração do governo, com maior número de acidentes fatais (DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE

TRANSPORTES *apud* NOGUEIRA, 2011). Se, com o trabalho, conseguir-se comprovar que a nova OBM proposta consegue atender a região supracitada, dentro de um tempo tolerável - *Golden Hour* -, por exemplo, evidenciar-se-iam os benefícios de se ativar OBMs através dessa perspectiva.

2.3 TEMPO DE DESENVOLVIMENTO DO FOGO

De acordo com Moreira (2010), em alguns tipos de incêndios o número de ignições cresce exponencialmente com o passar do tempo. Isso evidencia que o combate rápido pode trazer uma eficiência indubitável na atividade de uma guarnição de bombeiros.

2.4 VELOCIDADE MÉDIA DE VIATURAS

Pretende-se que, com a nova distribuição das guarnições, o tempo resposta máximo, para que as equipes cheguem ao local de origem das chamadas de emergência, seja suficiente para atender uma vítima de trauma dentro da hora de ouro definido pela AHA. Dessa maneira, proceder-se-á um estudo das distâncias relacionadas com o tempo total de deslocamento da viatura até o referido local, o que possibilitará a definição de uma estimativa das velocidades médias aplicadas na região estudada.

O Código de Trânsito Brasileiro confere, aos veículos de emergência, predileção em relação aos demais, fato este que proporciona aos mesmos chegar ao local do sinistro em tempo menor.

VII - os veículos destinados a socorro de incêndio e salvamento, os de polícia, os de fiscalização e operação de trânsito e as ambulâncias, além de prioridade de trânsito, gozam de livre circulação, estacionamento e parada, quando em serviço de urgência e devidamente identificados por dispositivos regulamentares de alarme sonoro e iluminação vermelha intermitente, observadas as seguintes disposições:

a) quando os dispositivos estiverem acionados, indicando a proximidade dos veículos, todos os condutores deverão deixar livre a passagem pela faixa da esquerda, indo para a direita da via e parando, se necessário;

b) os pedestres, ao ouvir o alarme sonoro, deverão aguardar no passeio, só atravessando a via quando o veículo já tiver passado pelo local;

c) o uso de dispositivos de alarme sonoro e de iluminação vermelha intermitente só poderá ocorrer quando da efetiva prestação de serviço de urgência;

d) a prioridade de passagem na via e no cruzamento deverá se dar com velocidade reduzida e com os devidos cuidados de segurança, obedecidas as demais normas deste Código; (BRASIL, 1997)

Apesar de sugerir, de maneira expressa, que os veículos de emergência possuem

caráter prioritário, o Código de Trânsito Brasileiro - CTB (1997) não confere facilidades ilimitadas a esses veículos. Como por exemplo o fato de o CTB nada citar sobre aplicação de velocidade superior à máxima permitida, embora não se encontre literalmente essa liberdade, o doutrinador Rizzardo (1998, p.716) esclarece:

No inciso VII, há disposições que regulam o trânsito de veículos que prestam relevante serviço público, como os destinados a socorro de incêndio e salvamento, os de polícia, fiscalização e operação de trânsito e as ambulâncias. Concedem-se a esses veículos algumas prerrogativas, tendo a prioridade de trânsito, livre circulação, estacionamento e parada. Salienta-se que só existirão esses direitos quando devidamente identificados os veículos e em serviço. Com isso, permite-se aos mesmos transitar sem obedecer determinados preceitos, como velocidade máxima para alguns locais, ou aguardar locais apropriados para ultrapassar, devendo os demais motoristas ceder a passagem, passar pelo sinal vermelho quando possível e parar ou estacionar em lugares que, em princípio são proibidos. Ressalta-se competir aos condutores agir sempre com a devida cautela e atenção.

O CTB admoesta, também, penalidade destinada àqueles que obstruam a passagem de veículos de emergência em serviço – deslocando-se para o atendimento de uma ocorrência:

Art. 189. Deixar de dar passagem aos veículos precedidos de batedores, de socorro de incêndio e salvamento, de polícia, de operação e fiscalização de trânsito e às ambulâncias, quando em serviço de urgência e devidamente identificados por dispositivos regulamentados de alarme sonoro e iluminação vermelha intermitentes:

Infração - gravíssima;

Penalidade - multa. (BRASIL, 1997)

Sendo possível, portanto, uma viatura de emergência deslocar-se por rodovias em um tempo menor que os demais veículos, far-se-á a especificação, caso exista, da relação entre a velocidade média aplicada por veículos comuns comparados a veículos de emergência.

2.4.1 Variáveis que interferem na velocidade média de veículos

Sobre os aspectos que interferem na velocidade média dos veículos – não considerados os limites impostos pelas leis de trânsito – posiciona-se o Departamento Nacional de Infraestrutura e Transportes - DNIT, "Os fatores que mais influenciam na velocidade de operação do trecho de rodovia são as características de projeto e o relevo do terreno. Assim sendo, são realizadas classificações dos trechos em função destes dois fatores." (BRASIL, 2008, p.15)

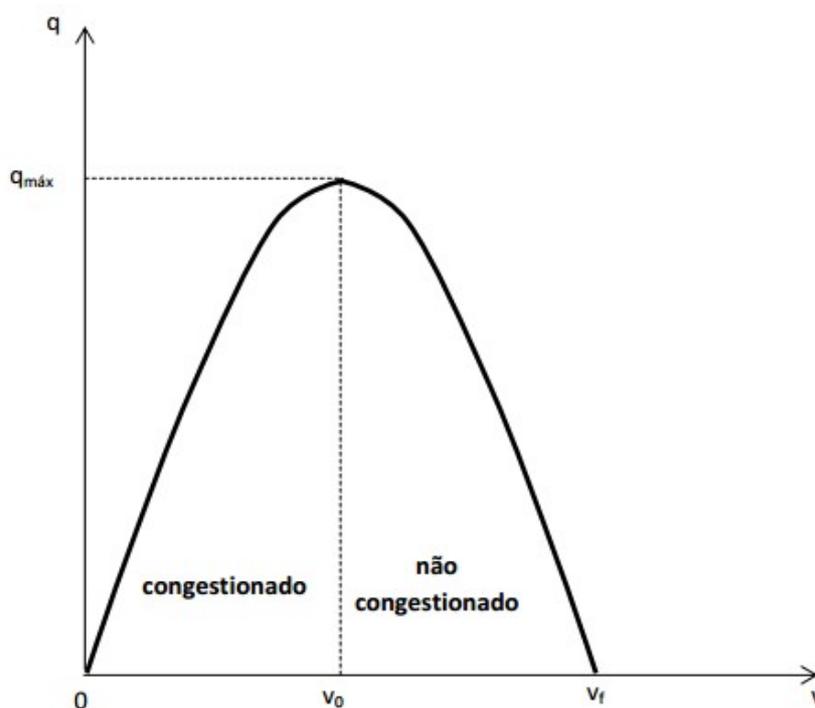
Outro limitador de velocidade, que está relacionado com a capacidade² de uma via, é o fluxo de veículos. Santos e Vilanova (2012) explicam:

Quando o fluxo é muito baixo, próximo a zero, a velocidade corresponde à velocidade de projeto da via (velocidade diretriz), representada por V_f . Essa velocidade pode ser entendida como aquela em que um veículo iria circular, em condições seguras, mas sem considerar eventuais limitações regulamentares se estivesse circulando sozinho na via, sem nenhum impedimento. À medida que o fluxo vai aumentando, a velocidade vai diminuindo até que se chega ao máximo fluxo que a via consegue comportar, ou seja, sua capacidade; este ponto é representado, na figura, pela situação em que o fluxo é $q_{\text{máx}}$ e a velocidade correspondente é V_0 . Se mais veículos continuarem a ser introduzidos na via, ou seja, se a

densidade aumentar, o fluxo medido em uma seção qualquer vai decrescer até o ponto de congestionamento total em que tanto o fluxo como a velocidade são iguais a zero.

Nessa abordagem simplista, a velocidade v_0 , para a qual corresponde o máximo número de veículos que podem passar, ou seja, a capacidade da via, é igual à metade da velocidade de projeto da via. Por exemplo, teremos o máximo número de veículos que podem passar numa via projetada para 120 km/h, quando eles trafegarem a 60 km/h.

Gráfico 1: Relação teórica entre a velocidade (V) e o fluxo (q) para condições ideais



Há que se considerar, também, a sinuosidade e a quantidade de interseções como variáveis que interferem na velocidade média aplicada. Lobo, Couto e Rodrigues (2013) explicam:

A sinuosidade é representada pelo somatório dos ângulos de deflexão por quilômetro. [...] O aumento em 10% da sinuosidade e

² A capacidade de uma via é o fluxo máximo de veículos que ela pode comportar em um determinado período. (PIETRÂNTONIO, p.6)

da densidade de interseções a montante produz uma diminuição da velocidade de 0,6%, enquanto a visibilidade limitada para jusante pode reduzir a FFS³ em cerca de 4%.

Outro aspecto a ser observado é a limitação da velocidade média causada pelas condições das estradas. Sobre este assunto a Confederação Nacional de Transportes esclarece:

O estado da superfície da rodovia é, sem dúvida, uma das características viárias mais importantes. A presença de buracos, de afundamentos, de ondulações, de defeitos e a qualidade do acostamento, além de comprometer a segurança e o tempo de viagem do usuário nas rodovias, contribuem para o aumento de seus custos operacionais. De acordo com a Pesquisa de Fluidez, realizada em 2002 pela CNT, a existência de pavimentos totalmente destruídos provoca uma queda de velocidade de cerca de 30 Km/h quando comparado a trechos com pavimento perfeito. (BRASIL, 2005).

2.4.2 Uso do *Global Positioning System* (GPS)

O *Navigation System with Time And Ranging* (NAVSTAR-GPS), abreviadamente referido como *Global Positioning System* (Sistema de Posicionamento Global), é um sistema provido de satélites e outros dispositivos que tem como objetivo fornecer informações precisas sobre a localização individual no globo terrestre. Essa tecnologia, criada pelo Departamento de Defesa Americano, utiliza um conjunto de 24 satélites que constantemente emanam sinais informando suas localizações e o instante que o dado fora enviado (LOURO, 2006, p. 29). Dessa maneira, utilizando-se um equipamento (receptor) posicionado em determinada região da terra, é possível calcular a posição exata através de cálculos de trilateração. De acordo com Melo, Souza e Silva (2012, p. 03), "A trilateração é o método de levantamento topográfico baseado exclusivamente na medição de distâncias horizontais. Esse método passou a ser mais aceito devido à grande precisão de medição de distâncias a partir da invenção dos medidores eletrônicos de distâncias."

Além das distâncias horizontais, a altimetria é outra importante informação para deslocamentos terrestres. De acordo com Matos Junior (2011, p. 23), para o cálculo de altimetria, o sistema GPS necessitará pelo menos de quatro satélites. Polezel, Souza e Monico (2008, p. 01) explicam que, devido a precisão que o GPS possibilita no posicionamento, ele tem sido utilizado para diversos fins operacionais, desde uma simples navegação até na realização de posicionamento de ordem milimétrica.

3 FSS - do inglês *free-flowspeed*, significa a velocidade livre de circulação (LOBO; COUTO; RODRIGUES, 2013)

Existem receptores GPS que utilizam mapas previamente definidos. Isso possibilita a um operador identificar sua posição em uma região com facilidade. Motoristas, por exemplo, podem se localizar em uma cidade ou rodovia com relativa agilidade. Albuquerque e Santos (2003, p. 11) detalham melhor tais recursos:

Além de receber e decodificar os sinais dos satélites, os receptores são verdadeiros computadores que permitem várias opções: referências; sistemas de medidas; sistemas de coordenadas; armazenamento de dados; troca de dados com outro receptor ou com um computador; etc. Alguns desses modelos possuem arquivos com mapas gravados em sua memória.

4.3.2 - Principais características do receptor

- Armazenar coordenadas extraídas de um documento cartográfico, de um relatório ou obtidas pela leitura direta de sua posição.
- Os pontos podem ser combinados formando rotas que, quando ativadas, permitem que o receptor analise os dados e informe, por exemplo: tempo, horário provável de chegada e distância até o próximo ponto; [...]

2.5 DEFINIÇÃO DE “TEMPO RESPOSTA”

Visto que muitos são os fatores que se colocam favoráveis quando da diminuição na quantificação do tempo resposta, a importância desta variável no atendimento a vítimas é imprescindível, o que justifica o fato de o tempo médio de resposta merecer ser o principal atributo a ter sua condição minimizada no trabalho que segue.

Para tal, Silva (2010) define o tempo resposta como sendo “tempo gasto desde a chegada da chamada na central de regulação até a chegada da equipe de atendimento no local do incidente”. A relação entre o tempo resposta e o sucesso no atendimento pré-hospitalar é especificada por França (2010, p.1) : “Redução no tempo de resposta é chave para salvar vidas e melhorar resultados.”. Definição esta que aliada ao *Golden Hour* trará melhoras significativas nos indicadores, validando assim a presente proposta.

2.6 GOLDEN HOUR

Criada em 1924, a Associação Americana do Coração (*American Heart Association – AHA*) é um instituto voluntário de saúde dos Estados Unidos que coordena os estudos relativos às doenças cardiovasculares e regulamenta os protocolos a serem seguidos nas emergências básicas e avançadas na sustentação da vida, em âmbito mundial (DUNSAVAGE, 2005), instituto no qual baseiam-se as práticas implementadas pelo CBMSC.

No suporte básico à vida, um conceito divulgado pela AHA é o “*Golden Hour*”

(hora de ouro). Esse termo é utilizado para descrever a importância do atendimento pré-hospitalar na primeira hora após um acidente. Neste período as chances de sobrevivência são maximizadas, aumentando as possibilidades de recuperação das vítimas (NEWGARD, 2008).

2.6.1 Período de Ouro

O termo “Hora de Ouro” - também desenvolvido pelo Dr. R. Adams Cowley - por convenção, passou a ser designado como “Período de Ouro” (PHTLS, 2007), mudança justificada pelo fato de o tempo do atendimento de urgência não estar condicionado, exatamente, ao tempo de uma hora, podendo ser de até 60 minutos, a depender da complexidade da ocorrência.

2.6.2 Avaliação Inicial do Paciente

Conforme preconizado pela AHA, a avaliação do paciente é a etapa a ser realizada assim que o dimensionamento da cena for concluída: os riscos deverão ser controlados para que o socorro siga de forma segura. Dependendo da gravidade do estado de saúde da vítima, a mesma deverá ser transportada imediatamente ao ambiente hospitalar para reverter um quadro que comprometa a vida em curto prazo.

No atendimento pré-hospitalar, existem situações que, quando identificadas nas vítimas, exigem uma rápida intervenção para corrigi-las. São as chamadas lesões com risco iminente de vida, que são, por ordem de importância, a perviedade de vias aéreas e trauma cervical, a insuficiência respiratória e o choque. Assim, ao contrário de outros protocolos de reanimação, aqui a avaliação inicial deve ser feita concomitantemente com manobras para corrigi-las de imediato, no próprio local. Após avaliar a cena e certificar-se de que há segurança para realizar o atendimento, o socorrista posiciona-se ao lado da vítima e executa a avaliação rapidamente, geralmente em um prazo inferior a 45 segundos[...] (DUARTE, LACERDA e CRUVINEL, 2010, p.125).

2.7 SISTEMA E-193

O E-193 – desenvolvido pela Divisão de Tecnologia da Informação do Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Santa Catarina – é um sistema informacional, que se enquadra na política *Open Source*⁴, e objetiva atender às demandas internas à Corporação referentes ao cadastro de ocorrências atendidas, possibilitando a emissão de relatórios

4 *Open Source* (software livre) é o software cuja licença permite aos usuários a liberdade de uso, alteração e redistribuição. Sua característica principal é o fato de seu código-fonte estar disponível para ser lido, estudado ou modificado por qualquer interessado. (FUGGETTA, 2003, p.2)

estatísticos utilizados pelo nível estratégico da organização. Sobre o sistema E-193 o CBMSC (2013) esclarece:

O software tem por objetivo a geração de Ocorrências de Bombeiros Militares, entendo estas como: Evento ou situação tipicamente Emergencial, na qual o tempo resposta é fundamental (tempo contado da ligação da vítima/solicitante até a chegada das guarnições de bombeiros no local, dando início aos procedimentos técnicos), em local definido ou identificado a região de seu acontecimento, onde os componentes das guarnições de serviços deslocam-se em viaturas especializadas e dispõem de conhecimento técnico, treinamento especializado, munidos de equipamentos ferramentas e materiais igualmente especializados para o pronto atendimento daquele tipo de Emergência.

Os registros de todos os dados destas ocorrências, (tempo resposta das ocorrências, duração de ocorrências, meios utilizados, localização, tipificação, histórico), entre outros, devem fornecer além de certidões de ocorrências, relatórios estatísticos capazes de orientar/auxiliar os comandantes de todos os níveis, no emprego dos recursos existentes, de forma imediata em eventos de grande vulto ou em ocorrências rotineiras, bem como orientar e justificar os pleitos e aquisições de equipamentos necessários e adequados as suas demandas reais. Orientando de forma eficiente o planejamento estratégico dos Comandantes de Bombeiros Militares Estaduais.

A base de dados do sistema E-193 fornecerá o histórico de ocorrências tais como: tempo resposta e localização das ocorrências, a fim de que seja vislumbrada a velocidade média aplicada pelas viaturas da corporação. Sendo possível, portanto, estabelecer uma relação entre a velocidade estimada de deslocamento de um veículo através da tecnologia GPS com uma viatura em atendimento emergencial. A comparação desses dados subsidiará a construção do modelo matemático proposto.

É importante ressaltar que o sistema E-193 utiliza-se, para registo e armazenamento de todas as informações, de um banco de dados, sobre cujo servidor utilizado pelo sistema posiciona-se o CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA (2011): "É quem armazena os registros em banco de dados (Postgres) que são fornecidos pelos operadores de central e dos responsáveis pelo atendimento das ocorrências, por outro lado fornece informações para as aplicações que geram estatísticas e relatórios aos gestores."

A complexidade das consultas exigida pelo presente trabalho fez com que se optasse pelo acesso direto ao banco de dados relacional⁵, sendo necessário o estudo das 134 tabelas existentes, exploradas através do sistema de consultas SQL⁶. Fato este que justifica a

5 "A estrutura fundamental do modelo relacional é a relação (tabela). Uma relação é constituída por um ou mais atributos (campos) que traduzem o tipo de dados a armazenar. Cada instância do esquema (linha) é chamada de tupla (registro). O modelo relacional não tem caminhos pré-definidos para se fazer acesso aos dados como nos modelos que o precederam." (TAKAI; ITALIANO; FERREIRA, 2005, p. 8)

6 SQL (*Structured Query Language*) é uma linguagem computacional, dotada de um conjunto de comandos

inviabilidade da utilização do Sistema E-193 para geração de relatórios.

2.8 ALGORITMO

Algoritmo é o nome dado para um conjunto de operações que visam a atingir um objetivo. Tal conceito é defendido por Oliveira (2004, p.3): "À especificação da seqüência ordenada de passos que deve ser seguida para a realização de uma tarefa, garantindo a sua repetibilidade, dá-se o nome de algoritmo". O conceito de algoritmo é bastante utilizado no desenvolvimento de softwares, uma vez que um sistema informativo processa de forma repetida um conjunto de instruções – determinadas pelo algoritmo – fazendo deste a diretriz (projeto) do software. Por ser facilmente compreendido por um ser humano, o desenvolvimento de um algoritmo é um passo intermediário, realizado por um Analista de Sistemas ou Programador, antes da codificação em uma linguagem de programação. Esse conceito é defendido por Evaristo (2001, p.8):

Para se desenvolver um programa que resolva um determinado problema é necessário que encontremos uma seqüência de instruções que cujas execuções resultem na solução da questão. É comum se utilizar o termo algoritmo para indicar uma seqüência de instruções que resolvem um dado problema, ficando, neste caso, o termo programa para indicar um algoritmo que pode ser executado num computador. A Lógica de Programação pode ser entendida como o conjunto de raciocínios utilizados para o desenvolvimento de algoritmos (e, portanto, de programas).

2.9 INTRODUÇÃO A TEORIA GERAL DE GRAFOS

A teoria dos grafos é uma ciência amplamente utilizada na matemática e na Ciência da Computação. Rabuske (1992, p.1) define a teoria dos grafos com sendo “uma ferramenta simples, acessível e poderosa para construção de modelos e resolução de problemas relacionados com arranjos de objetos discretos.” Especifica, também, que alguns problemas complexos, pelas combinações de seus componentes, podem utilizar grafos como ferramenta para serem solucionados, tais quais: tática e logística, sistemas de comunicações, análise de caminho crítico, escolha de uma rota ótima, entre outras.

Um grafo é definido como sendo um conjunto ordenado de vértices e arestas. Tal representação pode ser dada, inicialmente, por um desenho de pontos e linhas e, posteriormente, transformada em uma matriz que a represente, que pode ser processada por um algoritmo de modo a buscar uma solução pretendida. Seguindo o estudo de Rabuske

de manipulação de banco de dados utilizada para criar e manter estruturas, além de incluir, excluir, modificar e pesquisar informações em suas tabelas. (OLIVEIRA, 2002, p. 18)

(1992, p.5):

Um grafo G é definido como sendo um par ordenado (V, E) , onde V é um conjunto e E uma relação binária sobre V . Os elementos de V são denominados de vértices ou pontos ou nós, e os pares ordenados de E são denominados de arestas ou linhas ou arcos do grafo.

2.9.1 Representação de Grafos

Um grafo pode ser representado por pontos e linhas (esquema), de modo a facilitar a compreensão humana, bem como através de subsídios matemáticos – listas de adjacência, matrizes entre outras.

São muitas as formas de representação de grafos existentes, dadas pela variedade dos problemas abrangidos por esse modelo matemático, os quais requerem dimensões e complexidades próprias. Como exemplos, podem-se citar lista de adjacência, matrizes de adjacência, matrizes de custo, matrizes de incidência, matrizes figurativas, entre outras formas ligadas às técnicas de desenvolvimento de estruturas de dados. (BOAVENTURA NETTO, 2006, p.15).

Dentre os exemplos supracitados optar-se-á pela conceituação, em minúcia, da representação esquemática seguida da lista de adjacência, por irem ao encontro do presente trabalho.

2.9.1.1 Esquemas

A representação de grafos por esquemas é dada através de uma figura onde os vértices aparecem como pontos ou círculos e as arestas por linhas ou setas. Apesar de não ter utilidade do ponto de vista matemático ou computacional, esse tipo de representação é bastante válido em se tratando de compreensão humana. Boaventura Netto (2006, p.12) explica:

A representação esquemática de grafos é importante, desde o primeiro momento, para facilitar a compreensão das explicações e, por isso, tem sido aqui utilizada desde o início. Ela representa a vantagem de fácil compreensão pela percepção global humana no que se refere a alguns de seus aspectos topológicos [...]. Um inconveniente que pode advir do seu uso está em que o seu aspecto visual, que influi na eficiência dessa percepção, depende profundamente da disposição dos vértices e da forma como as ligações são representadas [...].

2.9.1.2 Lista de Adjacência

Para sua representação, é especificado um vértice por linha, seguido por todos os

outros vértices que fazem adjacência. A lista terá tantas linhas quanto forem o número de vértices do grafo.

Sobre listas de adjacências Boaventura Netto (2006, p.12) defende:

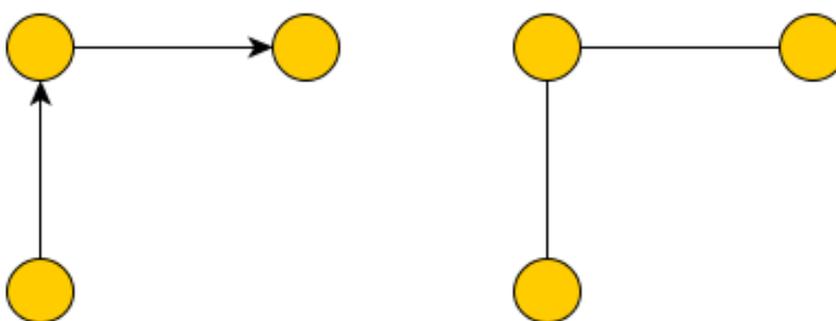
Esta forma é a mais conveniente para a entrada de dados, pela simplicidade e economia da sua apresentação; é construída como um conjunto de listas de vértices, cada lista sendo formada por um vértice e pelo conjunto de vértices que recebem dele um arco ou que com ele partilham uma aresta.

2.9.2 Tipos de Grafos

Algumas considerações importantes devem ser esclarecidas no estudo de grafos. Diversas características podem ser utilizadas para se solucionar problemas específicos. Quando a direção é importante entre dois pontos (vértices), pode-se utilizar setas para indicar a direção do caminho. Esses tipos de grafos são chamados de dirigidos. Do contrário chamam-se de não dirigidos. Rabuske (1992, p.7) detalha melhor o conceito:

Um grafo é dito dirigido (ou digrafo), se suas arestas possuem orientação. Em caso contrário o grafo é não dirigido. Claramente, um grafo não dirigido é uma representação de um conjunto e uma representação simétrica binária sobre esse conjunto. Em um grafo não dirigido, uma aresta ligando dois vértices v e w pode ser representado por (v,w) ou (w,v) indistintamente. Observa-se que o mesmo não ocorre no digrafo.

Figura 1 - Grafo dirigido e grafo não dirigido

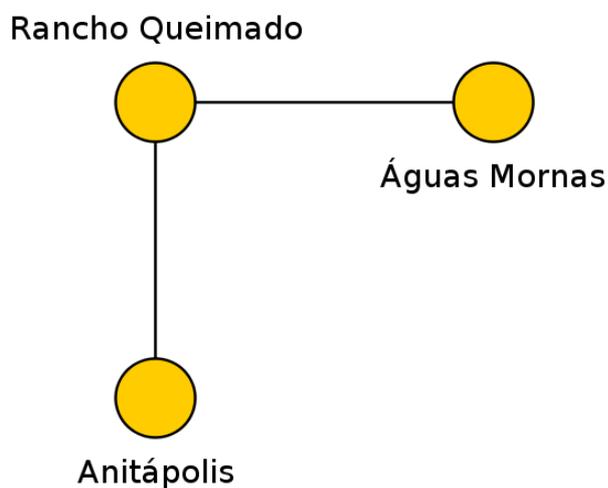


Fonte: Do autor

Outra definição utilizada na teoria de grafos é a rotulação dos vértices. Quando a diferenciação entre elementos distintos é dispensável, não sendo, portanto, essencial à efetividade da conclusão, utilizam-se grafos não rotulados. Por outro lado, como é o caso do presente trabalho, a especificação dos diferentes pontos é fundamental, sendo necessária a representação do problema por um grafo rotulado, onde vértices são acompanhados por identificações (rótulos). (BOAVENTURA NETTO, 2006, p.10). O rótulo pode ser utilizado,

por exemplo, para identificar uma cidade em um grafo.

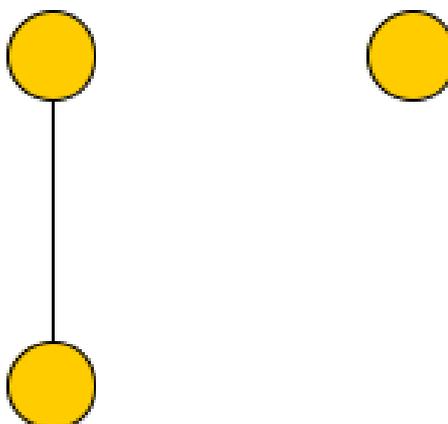
Figura 2 - Grafo rotulado



Fonte: Do autor

A conexidade de um grafo é uma característica útil em algumas aplicações. Boaventura Netto (2006, p.31) sugere que a conexidade está relacionada a possibilidade de passagem de um vértice a outro em um grafo através das ligações existentes. Essa passagem está relacionada à atingibilidade: será conexo se todos os vértices estiverem ligados por arestas, havendo caminhos para atingir todos os vértices, ou desconexo quando houver, ao menos um, ou mais vértices isolados, sem ligações aos demais.

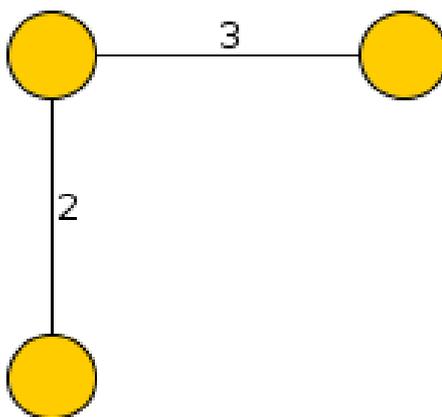
Figura 3 - Grafo desconexo



Fonte: Do autor

Um grafo é considerado "não valorado" quando este possui todas as arestas com o mesmo valor, não sendo necessária sua representação. De acordo com Rodrigues (1999, p.28) "Caso a função de valoração não exista, significa que todas as arestas têm um mesmo valor comum e o grafo é dito não-valorado;"

Figura 4 - Grafo valorado

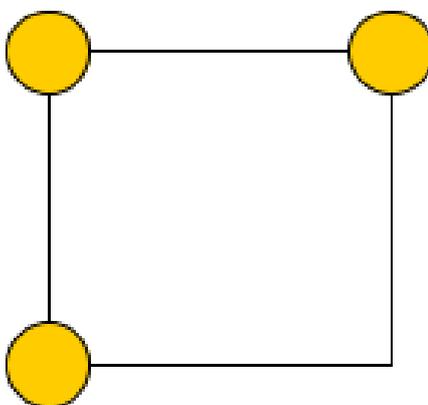


Fonte: Do autor

Quando há uma relação mútua de atingibilidade em um grafo dirigido, diz-se que trata-se de um grafo cíclico. Em grafos não valorados, havendo mais de um caminho para atingir outro vértice é condição suficiente para considerá-lo cíclico. Silva et al (2011, p.2) explica:

Um ciclo é um passeio fechado onde todos os vértices, com exceção de $v_0 = v_k$, são distintos. Um ciclo com n vértices é denotado por C_n . Um grafo $G = (V, E)$ que contém um ciclo como subgrafo é chamado cíclico, caso contrário, o grafo G é chamado acíclico.

Figura 5 - Grafo cíclico



Fonte: Do autor

Os grafos não dirigidos, conexos, e sem ciclos (acíclicos) são classificados como árvores. Rabuske (1992, p.91) define de forma mais detalhada esse tipo de grafo:

Um dos mais importantes conceitos em teoria dos grafos, e que aparece em áreas que aparentemente não têm ligação com grafos, é aquele relacionado com árvores.

O conceito de árvore tem aplicações em química, comunicações, redes de luz, água, esgoto, computadores, ordenação, etc.

Devido aos inúmeros conceitos e notações usadas pelos diferentes autores, será dado aqui o significado daqueles mais comuns.

As seguintes definições de árvores não dirigidas são todas equivalentes. Uma árvore é:

- I) um grafo conexo de n vértices e $(n-1)$ arestas;
- II) um grafo conexo e sem ciclos
- III) um grafo no qual cada par de vértices é ligado por um e somente um caminho simples;
- IV) um grafo conexo, porém, se qualquer de suas arestas for retirada, a conectividade fica interrompida;
- V) um grafo acíclico e conexo, porém, se dois vértices quaisquer, não adjacentes, forem ligados por uma aresta, então o grafo passará a ter exatamente um ciclo;
- VI) um grafo conexo que não possui subgrafo K_n para $n \geq 3$;
- VII) um grafo que não possui $K_3 \cup K_2$ ou $K_3 \cup K_1$, mas tem $n = m + 1$, onde n é o número de vértices e m o número de arestas.

2.9.3 Excentricidade em grafos

A excentricidade em um grafo é a maior distância entre dois vértices. Gagnon (2001) explica: “Seja primeiro a excentricidade definida assim: a excentricidade $E(v)$ de um vértice v é a distância de v até o vértice mais longe de v . O centro de um grafo é o vértice (pode existir mais de um) que tem o menor valor de excentricidade.”

O Centro de um grafo é o vértice que possui o menor dos afastamentos de um grafo. Isler (2010, p. 126) define "O centro de um grafo G é o subconjunto de vértices de excentricidade⁷ mínima."

2.10 ABSTRAÇÃO E REDUTIBILIDADE

A abstração é uma técnica muito utilizada na área de desenvolvimento de software a fim de que seja reduzida a complexidade de um problema. Dessa maneira, um projetista pode analisar um problema real, conferindo importância maior a alguns aspectos,

⁷ Excentricidade é o valor da distância máxima entre vértices que pertençam ao mesmo grafo. (ISLER, 2010, p. 126)

ignorando outros, de menor importância. Ramos (2002, p.30), ao discorrer sobre os problemas de representação computacional, comenta:

Frequentemente, o processo de modelagem de dados é associado à construção de abstrações em diferentes níveis, partindo-se da identificação dos elementos da realidade relevantes ao modelo e transitando até o nível puramente sintático de implementação em ambiente computacional.

Outro conceito importante nesse estudo é o de redutibilidade. A redução da complexidade de um algoritmo para solução de um problema é a sua transformação em um algoritmo de menor complexidade, de tal forma que ambos forneçam sempre as mesmas respostas, mas com um custo de processamento⁸ menor.

Martins (2010, p.01) comenta sobre o emprego desses conceitos de forma integrada:

A redutibilidade é especialmente útil em diversos campos da computação e matemática. A classificação do tempo de execução de algoritmos, a computabilidade de certos problemas, escalonamento e muitos outros, utilizam fortemente a redução de problemas complexos em problemas para os quais já se conhecem a resposta.

A utilização de máquinas de turing e grafos também é um ótimo exemplo do que abstrações e reduções podem fazer para facilitar ou mesmo viabilizar a resolução de problemas.

⁸ Custo de processamento é o tempo de utilização efetiva do processador, delimitado pelo início e fim de suas operações. (SANTANA, 2006, p.103)

3 MÉTODO

Por assumir a forma de um estudo de caso, onde os dados coletados serão utilizados na modelagem de um grafo, seguidos da transformação em matriz e processados por um algoritmo específico, o estudo apresentado classifica-se como exploratório. De acordo com Malhotra (2001), uma pesquisa exploratória tem como objetivo explorar um dado problema ou uma determinada situação no intuito de prover critérios e facilitar a compreensão do objeto de análise, justamente o que se pretende realizar neste trabalho.

Em geral, a pesquisa exploratória é significativa em qualquer situação da qual o pesquisador não disponha do entendimento suficiente para prosseguir com o projeto de pesquisa. A pesquisa exploratória é caracterizada por flexibilidade e versatilidade com respeito aos métodos, porque não são empregados protocolos e procedimentos formais de pesquisa (MALHOTRA, 2001, p.106).

Pretende-se, portanto, testar e avaliar a aplicabilidade do modelo matemático que facilitará a definição da localização do ponto geográfico específico para atender um conjunto de municípios circunvizinhos.

A seleção dos municípios, dentro de uma região específica, será definida por variáveis como: topografia, distâncias, tipos e condições de acessos viários. As variáveis implicarão no tempo-resposta e no *Golden Hour*.

A pesquisa usará o método dedutivo, de articulação descendente, partindo de leis e lógicas genéricas para o fenômeno particular: objeto de estudo para a produção de conhecimento, classificando-se como estudo de caso descritivo, tem como propósito relatar um fenômeno real, cujo processo é contemporâneo à realização desta investigação. Traça-se como descritivo porque se deseja, justamente, descrever e conhecer os fatores que condicionam o tempo médio de resposta de atendimento. Para Vergara (2000), a pesquisa descritiva expõe as características de determinado fenômeno ou população. Também pode fundamentar correlações entre variáveis e determinar sua natureza. Não necessita esclarecer os fenômenos que descreve, embora sirva de base para tal explicação.

Enquadra-se também no conceito de estudo qualitativo uma vez que proporciona um enquadramento holístico das circunstâncias que interfiram na instalação de novas OBMs, bem como uma facilitada compreensão da ferramenta proposta. Malhotra (2001, p.155) especifica pesquisa qualitativa como sendo “Metodologia de pesquisa não-estruturada, exploratória, baseada em pequenas amostras, que proporciona *insights* e compreensão do contexto do problema”, o que vem ao encontro da definição de algumas cidades, limitando o objeto de estudo, buscando-se obter aprendizado e método a partir da

amostra.

A estratégia de pesquisa será subsidiada por coletas de informações e de dados relacionados ao tema (exploratória e qualitativa) – fontes primárias e secundárias, portanto - sobre as quais posicionam-se Marconi e Lakatos (1992) destacando que apresentam a finalidade básica de colocar o pesquisador em contato direto com tudo aquilo que foi escrito sobre determinado assunto. O pesquisador poderá então analisar e manipular suas afirmações com base em dados e estudo anteriores e traçar um paralelo. Já as fontes primárias referem-se àquilo que é gerado pelo pesquisador com a finalidade de responder as suas perguntas de pesquisa e solucionar o problema em pauta.

No último estágio o resultado encontrado será cruzado com informações extraídas de obras afins. A utilização de todos estes métodos, quando da conclusão do trabalho, especificará se o uso de tal ferramenta poderá trazer benefícios para o CBMSC, facilitando a tomada de decisão, pela alta cúpula da corporação, quando das instalações de novas frações operacionais de bombeiros.

3.1 MODELO MATEMÁTICO DE GRAFOS

O presente trabalho abstrairá cidades como sendo os vértices de um grafo, e as arestas serão as rodovias que os ligam, associados a um conjunto de dados estatísticos no atendimento a ocorrências naquela região. Dessa maneira, será criada uma representação numérica – baseada na consolidação dos dados - dos atendimentos por OBMs em uma dada região.

A definição de um Centro de Emergência, que é o ponto aplicável ao que está sendo proposto, é especificada por Martins (2004) como um dos problemas solucionáveis por estes modelos matemáticos (grafos).

3.2 MUNICÍPIOS DE ESTUDO

O alvo de estudo limitar-se-á a área que abrange as cidades de Anitápolis, Rancho Queimado, São Bonifácio, Angelina e Águas Mornas.

Quanto à amostra, pretende-se extrair os dados dos históricos de atendimentos realizados pelo Corpo de Bombeiros Militar no ano de 2012, utilizando-se da base de dados disponibilizada pela corporação. A não utilização de dados mais antigos ocorre por haver benfeitorias nas estradas nos últimos meses o que comprometeria a validade do

conhecimento produzido, e revelaria resultados viciados – com desvios discrepantes em relação aos dados que se tem hoje. De outro modo, não serão utilizados os dados do exercício de 2013 por não haver informações das ocorrências do referido ano em sua totalidade: não sendo possível a análise ao longo de todo o período.

Tentar-se-á levantar o tempo transcorrido entre o acionamento dos serviços pela população e a chegada da guarnição no local do sinistro.

Por se tratar de um levantamento estatístico com dados já armazenados, não haverá sujeitos para fornecer dados.

3.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Será elencado um conjunto de cidade próximas, que não possuam quartéis em suas circunscrições. Em seguida serão identificadas cidades adjacentes que possuam quartéis e que possam vir a atender a região desprovida dos mesmos.

Uma consulta a base de dados de ocorrências do Corpo de Bombeiros Militar será feita, com o intuito de identificar o tempo resposta das ocorrências das regiões em estudo.

Com a finalidade de minorar a dispersão da medida de tempo e garantir uma correlata amostragem será utilizada a tecnologia *Global Positioning System* (GPS) que baseia-se num sistema de navegação por satélite. A ferramenta comercial Google Maps® que utiliza tal tecnologia, leva em consideração o tipo de estrada, altimetria, etc, possibilita a comparação entre a ferramenta e o tempo resposta real, obtido na plataforma do CBMSC.

Considerando o fato de que a ferramenta do Google® disponibiliza o tempo gasto em um trajeto por um veículo normal, o objetivo do presente trabalho é justamente ajustar o dado para que seja correlacionado a um veículo de emergência.

A partir deste ponto será criado o grafo, onde cada vértice representará uma cidade e cada aresta remeterá ao custo de deslocamento entre os pontos (vértices), sendo considerado, única e exclusivamente, o quesito tempo como fundamento para a validade da ferramenta. Aspectos como relevo, estados de conservação das estradas, sinalizações e sinuosidades serão abstraídos, haja vista o fato de que o Google®, em sua base de dados, já os inclui no resultado mostrado.

Com o intuito de determinar o centro do grafo será criado um algoritmo o qual definirá, com base nesses dados, o melhor ponto para a construção de um novo quartel.

4 ANÁLISES E RESULTADOS

A seguir serão apresentadas as etapas demonstrativas da execução do algoritmo de grafo, necessárias à análise da validação da presente proposta.

4.1 COLETA DE DADOS

Com acesso a base de dados do sistema E-193 (CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DE SANTA CATARINA, 2013) é possível obter o mapeamento de ocorrências, atendidas pelo CBMSC, no Estado, desde 2007. Todavia, para o presente estudo, não interessaria estudar o histórico dos tempos de resposta muito antigos, visto que, com o passar dos anos, as características das rodovias vão se alterando e, por conseguinte, o tempo gasto no deslocamento também. Por esta razão, optou-se por estudar as ocorrências do exercício de 2012, tão somente aquelas de atendimento pré-hospitalar, com seus respectivos tempos de resposta. Não será abordado neste estudo o tempo de deslocamento de viaturas de combate a incêndio, uma vez que existem, no CBMSC, uma grande variedade de modelos, com capacidade de carga d'água das mais variadas, que proporcionariam um grande desvio padrão⁹ que prejudicaria a estimação de um tempo resposta confiável.

Da mesma forma que foram excluídos dos cálculos os tempos de deslocamento de caminhões de combate a incêndio, não serão contabilizados os deslocamentos de viaturas que não sejam ambulâncias (ASU) – as ocorrências atendidas por helicópteros não serão contabilizadas, por exemplo. Os dados constantes no sistema recebem uma classificação genérica, considerando apenas um dos tipos quando da existência de mais de um tipo de emergência. Para ocorrências onde atenderem mais de uma viatura, será considerado o tempo resposta da primeira viatura ASU a chegar ao local.

Para transformar os dados da base E-193 em informação, as seguintes variáveis foram extraídas:

- número de ocorrências atendidas em 2012 em cada uma das cidades da região;
- número de atendimentos pré-hospitalares;
- número de atendimentos com ambulâncias;
- tempo resposta de cada atendimento.

⁹ Desvio padrão é uma medida de dispersão dos valores de uma distribuição normal em relação à sua média (ALVES, 2010).

4.1.1 Ocorrências atendidas em 2012

Através da consulta presente no Apêndice 3, chegou-se as seguintes informações de 2012:

Tabela 2: Dados ocorrências 2012

	Nº total de Ocorrências ¹⁰	Ocorrências de APH	Ocorrências Completas ¹¹
Águas Mornas	34	24	3
Alfredo Wagner	27	22	8
Angelina	8	7	0
Anitápolis	3	3	0
Rancho Queimado	20	14	3
São Bonifácio	4	2	0

Fonte: Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina (2013).

Águas Mornas: 34 ocorrências atendidas, sendo 24 ocorrências de APH e, destas, 18 foram atendidas por ambulância. Foi possível identificar o local do sinistro em apenas quatro delas, sendo que apenas três tinham o tempo resposta para análise.

Alfredo Wagner: Total de 27 ocorrências atendidas, sendo 22 ocorrências de APH e apenas 13 foram atendidas por ASU. Das ocorrências atendidas por ambulâncias, observou-se em uma delas que o tempo resposta não havia sido preenchido. Em outra ocorrência o tempo resposta foi de 01min27seg de uma viatura que saíra da cidade de Santo Amaro da Imperatriz. Pode-se, portanto, inferir que houve erro no preenchimento desse campo, colocando em xeque a consistência dos demais dados. Nas demais ocorrências, o tempo resposta variou de 22min34seg à 01h22min42seg. Entretanto, nestas ocorrência, apenas oito foram preenchidas com informações suficientes para localizar o local do sinistro. Dessas, pôde-se verificar que duas foram atendidas no mesmo local (SC-302, na “Curva da Jararaca”) pela mesma viatura (ASU-100) e os tempos de resposta foram 22min34seg e 57min03seg, o que representa um alto desvio padrão.

Angelina: Oito ocorrências atendidas pelo CBMSC, sendo sete de APH e todas atendidas por helicóptero.

¹⁰ Excluídas as ações preventivas de qualquer natureza.

¹¹ Ocorrências atendidas por ambulância, com localizações precisas e tempo de resposta disponível para análise

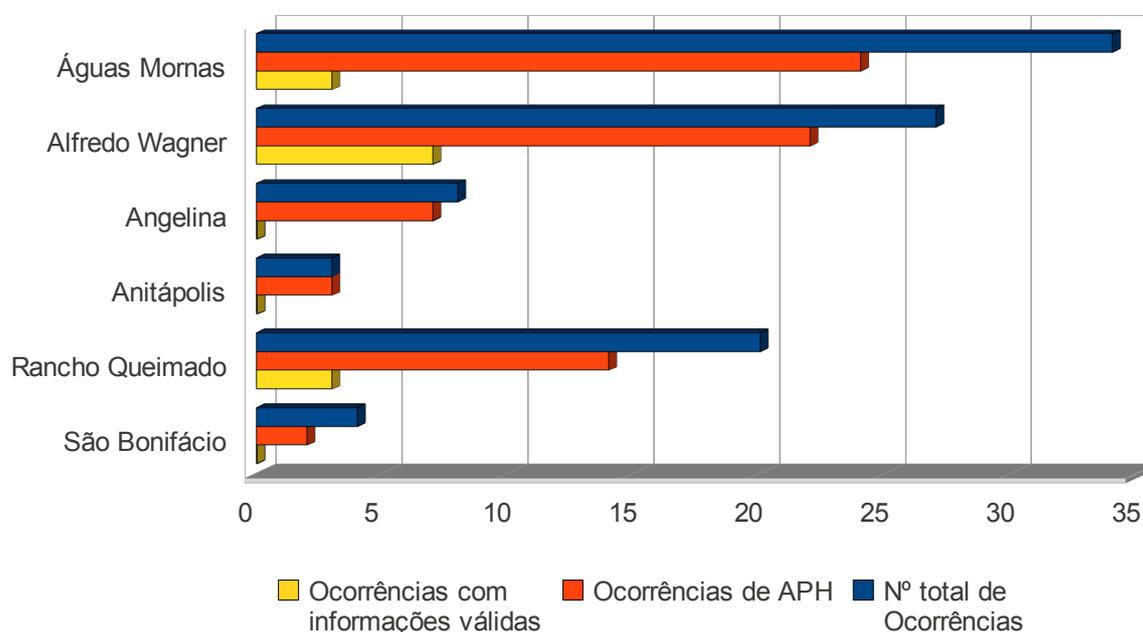
Anitápolis: Ocorreram em 2012 três atendimentos emergenciais pelo Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina, todos de atendimento pré-hospitalar. Nestas ocorrências nenhuma fora atendida por ASU - todas atendidas por helicóptero.

Rancho Queimado: 20 atendimentos emergenciais efetuados sendo 14 ocorrências de atendimento pré-hospitalar e destas apenas 4 foram atendidas por ASUs. Em uma delas não havia o tempo resposta para análise.

São Bonifácio: Quatro ocorrências atendidas, sendo que duas delas eram de APH e nenhuma foi atendida por ASU;

O gráfico a seguir apresenta de forma resumida o resultado da análise dos dados efetuada:

Gráfico 2: Informações das ocorrências extraídas do sistema E-193



Fonte: Do autor

Como foi visto, das 72 ocorrências de APH atendidas em 2012 na região estudada, apenas 14 possuíam informações completas. Além disso, nas cidades de Angelina, Anitápolis e São Bonifácio, nenhuma ocorrência fora atendida por ambulâncias, inviabilizando a estimativa de uma relação do tempo resposta real, com o tempo de

deslocamento calculado pelo GPS. Outro ponto a se destacar são as inconsistências observadas no preenchimento de alguns campos (brancos e valores fora da realidade) e a grande dispersão de valores no atendimento de ocorrências atendidas pela mesma ambulância, no mesmo local (em Alfredo Wagner), gerando uma elevada flutuação estatística¹².

Uma vez que são recursos móveis, não é possível garantir que, durante um acionamento a viatura esteja no quartel onde normalmente fica lotada. Por possuírem meios de comunicação – rádio e telefone celular – essas viaturas podem, após realizar um atendimento, serem acionadas para outra ocorrência antes de retornar a OBM. Pelo conjunto de informações supracitadas, verificou-se a impossibilidade de utilizar os dados extraídos do E-193 para estimar a velocidade média das ambulâncias naquela região – fato que proporciona variações de mais de 150%.

Embora não se possa precisar o tempo que uma viatura levará para chegar em um determinado local, um veículo tende a manter um padrão de velocidade em determinadas regiões. Pode-se inferir, portanto, que haverá a proporcionalidade entre seu tempo de deslocamento daquele calculado pelo GPS.

4.1.2 Cálculo do tempo de deslocamento através do Google Maps®

O sistema utilizado neste estudo é o disponibilizado pela empresa Google®, através da ferramenta Google Maps®, o qual utiliza a tecnologia GPS. Vieira e Haddad (2012, p.10) justificam os benefícios do uso da ferramenta Google Maps® para cálculo de tempo de deslocamento:

Dentre as principais motivações para essa escolha, destacam-se a gratuidade e facilidade de coleta dos dados. Além disso, o serviço possui o crivo dos usuários, pois uma vez que é o site mais utilizado pelos usuários, é razoável supor que suas estimativas tenham um bom grau de fidedignidade.

Russell (2013), ex-funcionário da empresa Google®, faz uma análise mais detalhada sobre a ferramenta Google Maps®:

O Google Maps baseia-se em inúmeros dados disponíveis de determinada região. Esses dados variam de limites oficiais de velocidade, velocidades recomendadas, velocidades prováveis pelo tipo de rodovia, velocidades médias históricas em determinado período de tempo, tempo real de viagem de usuários anteriores e tempo real das informações de trânsito. Eles misturam todas essas informações e

12 "[...] a presença de flutuações estatísticas está relacionada à precisão da medição. Medidas mais precisas flutuam menos e medidas menos precisas flutuam mais. Assim, a variabilidade está relacionada à confiabilidade. Medidas muito variáveis são medidas pouco confiáveis." (LIMA JUNIOR *et al.*, 2013)

chegam na melhor previsão possível.

A maioria das empresas que trabalha com previsão de tráfego compara suas previsões com os dados em tempo real para ajustar seus algoritmos e fontes de dados. O resultado provável disso é que as empresas que possuem os melhores resultados (ou seja, aqueles que são mais capazes de aproximar suas previsões com a realidade, resultará em maior aceitação por parte dos usuários) tendem a possuir as melhores previsões em médio e longo prazo.¹³ (tradução nossa).

Para coletar as informações da velocidade média, a empresa Google® recebe informações anônimas dos usuários que utilizam a versão do Google Maps® para dispositivos móveis durante suas viagens. Esses dados são processados e possibilitam uma melhor mensuração da velocidade média dos veículos que passam por determinada rodovia. Tal fato é descrito na documentação da empresa Google® (2013):

Se você usa o Google Maps para celular com GPS habilitado em seu telefone, o que é possível que você faça. Ao optar por ativar o Google Maps com a opção My Location habilitada, o telefone envia pacotes anônimos de dados de volta para o Google descrever o quão rápido você está se movendo.¹⁴ (tradução nossa).

Para extrair os tempos de deslocamento em cada trecho da área em estudo, foi utilizada a funcionalidade disponível na ferramenta. Na opção "Ajuda" do Google Maps® foi possível obter explicações de como realizar o cálculo:

Dependendo do local, você pode ter rotas de um lugar para outro. Para fazer isso, siga um dos procedimentos:

No campo de pesquisa, insira uma declaração de-para e clique no botão de lupa para pesquisar.

Clique em Como chegar, insira um local de partida e de chegada e clique em Como chegar.

Clique com o botão direito do mouse no mapa para ter as rotas de ou para esses locais. [...]

As rotas aparecem no mapa como uma linha roxa. Se houver vários resultados para quaisquer pontos de referência especificados, o Google Maps selecionará automaticamente a opção que considerar ser a correta. [...]

13 "Like in similar products, Google maps ETAs are based on a variety of things, depending on the data available in a particular area. These things range from official speed limits and recommended speeds, likely speeds derived from road types, historical average speed data over certain time periods (sometimes just averages, sometimes at particular times of day), actual travel times from previous users, and real-time traffic information. They mix data from whichever sources they have, and come up with the best prediction they can make.

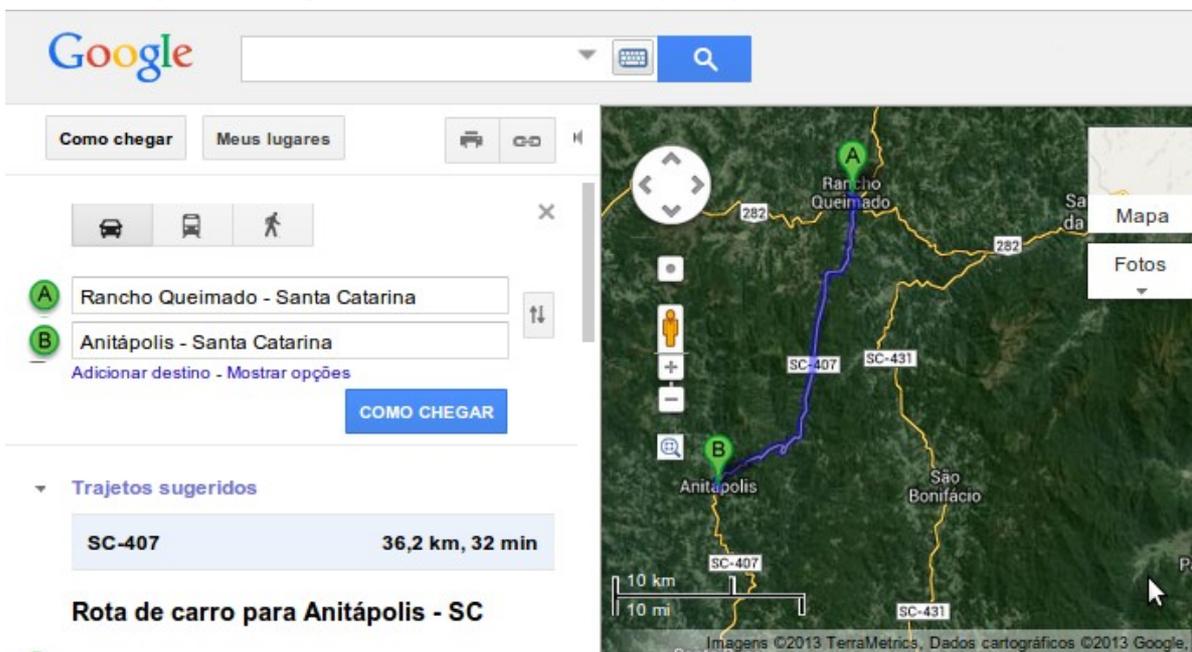
Most companies who do live traffic compare their predictions against actual time in traffic to tune their algorithms and data sources. The likely result of this is that the companies who have access to the best usage data (ie those who are best able to compare their predictions against reality, which means those who have the most usage) are likely to end up with the best predictions in the medium to long term."

14 "If you use Google Maps for mobile with GPS enabled on your phone, that's exactly what you can do. When you choose to enable Google Maps with My Location, your phone sends anonymous bits of data back to Google describing how fast you're moving. "

O Google Maps divide as rotas em seções numeradas no painel esquerdo, juntamente com o tempo de viagem estimado.

Foi utilizado o procedimento supracitado para identificar o tempo de deslocamento estimado em todos os trechos entre as cidades em estudo.

Figura 6 - Exemplo de utilização do sistema Google Maps® durante a extração de dados



Fonte: Adaptado de Google Maps (2013)

As informações retornadas foram utilizadas para a geração do grafo, que apresentará todos esses dados (tempos) graficamente.

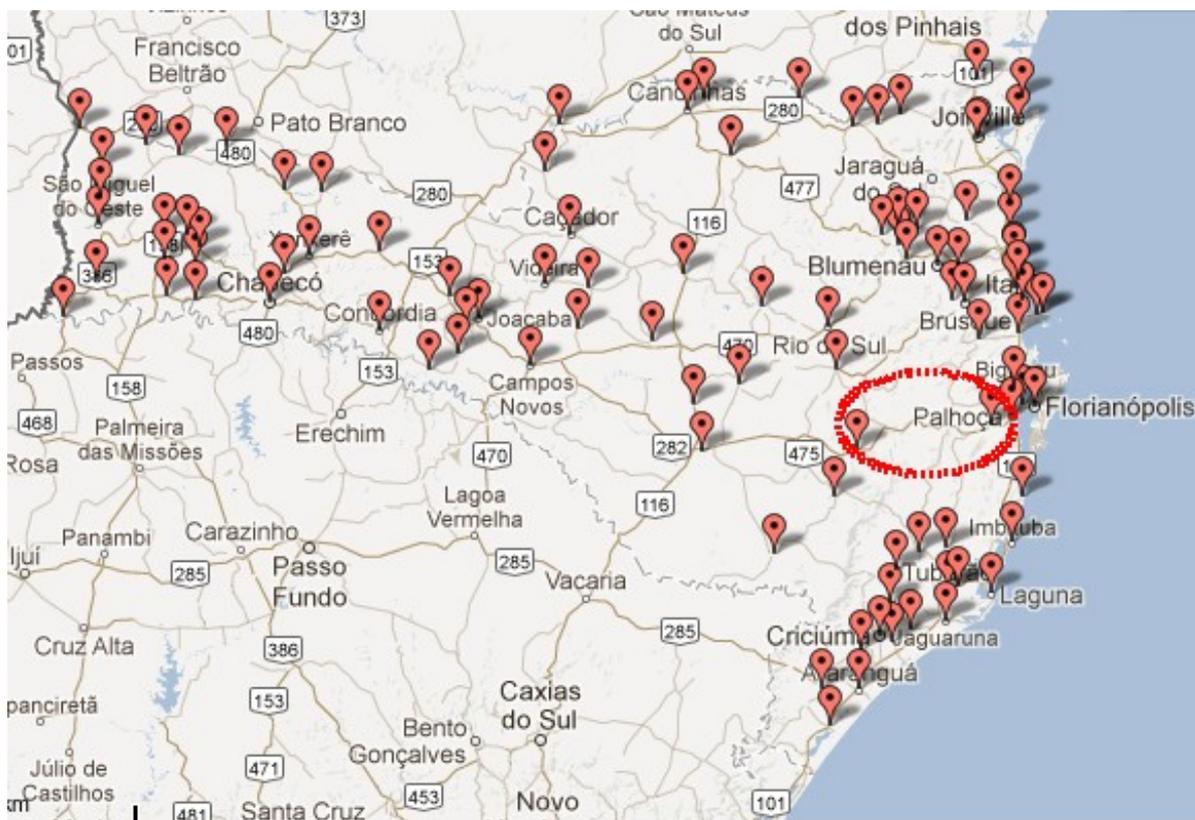
4.2 APLICAÇÃO DA FERRAMENTA

1ª Etapa – Delimitação da área

Para esta etapa será definida a região que necessite de um atendimento pela nova OBM. Para isso, uma grande área será escolhida, que seja circundada por cidades que já possuem quartéis. O novo quartel proposto deverá atender, da melhor maneira possível, àquelas cidades que carecem de assistência.

No mapa a seguir estão demarcados todas as OBMs operacionais do CBMSC. Através da observação, percebe-se grandes áreas que ficam distantes de tais pontos. Algumas dessas regiões sem OBMs são áreas com baixa concentração populacional e não apresentam rodovias com fluxo significativo de pessoas. Entretanto, à esquerda do

Figura 8 - Área de estudo



Fonte: Adaptado de Google Maps (2013)

Outras cidades, por ficarem muito distantes, ou sem ligações rodoviárias, ficarão fora do escopo da presente análise.

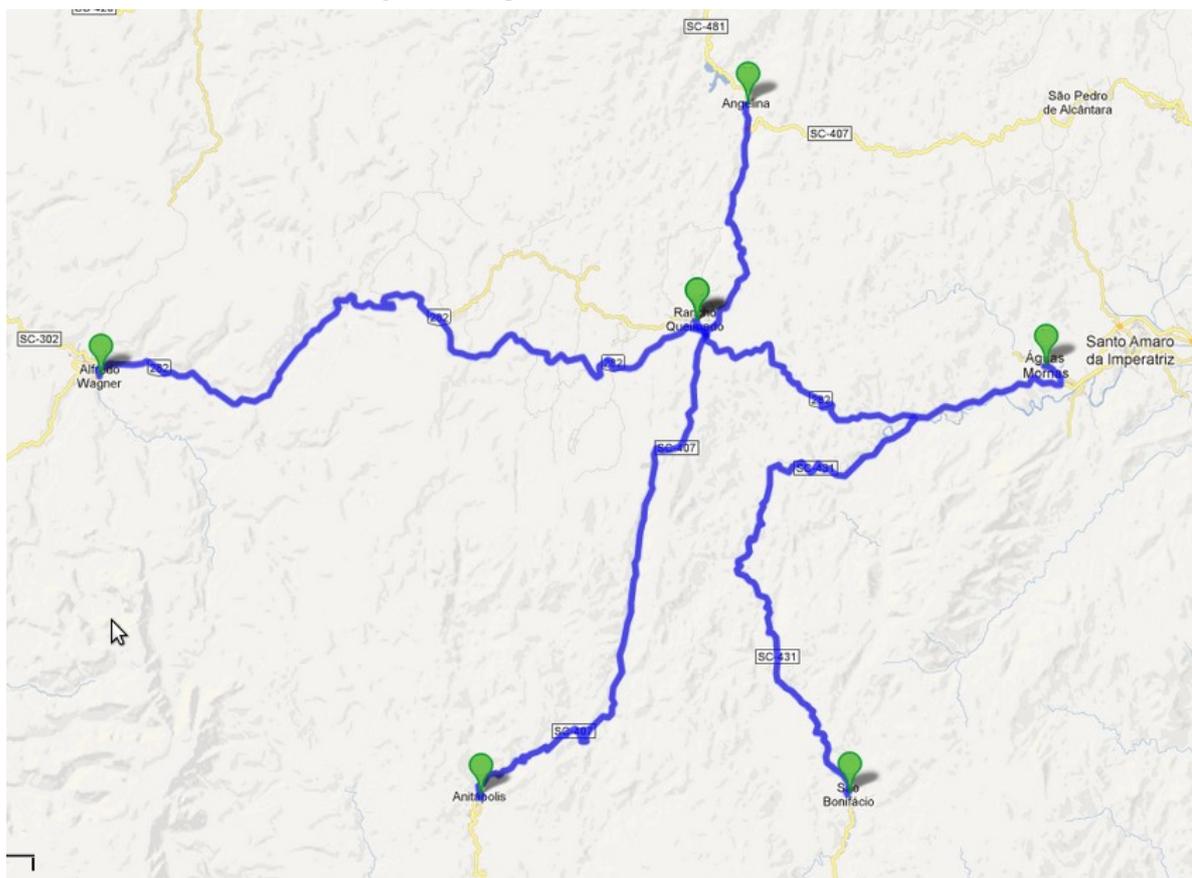
2ª Etapa – Abstração do problema

a) Representação em Grafo

Das três formas principais de representação de grafos existentes (esquemas, matrizes e listas) optou-se, inicialmente, por usar um esquema. Apesar de não ser útil para a concepção de um modelo matemático, um esquema é facilmente assimilado pelo ser humano e facilitará a compreensão deste estudo.

O esquema será desenvolvido com base em um mapa rodoviário do local de estudo:

Figura 9 - Mapa rodoviário do local em estudo.



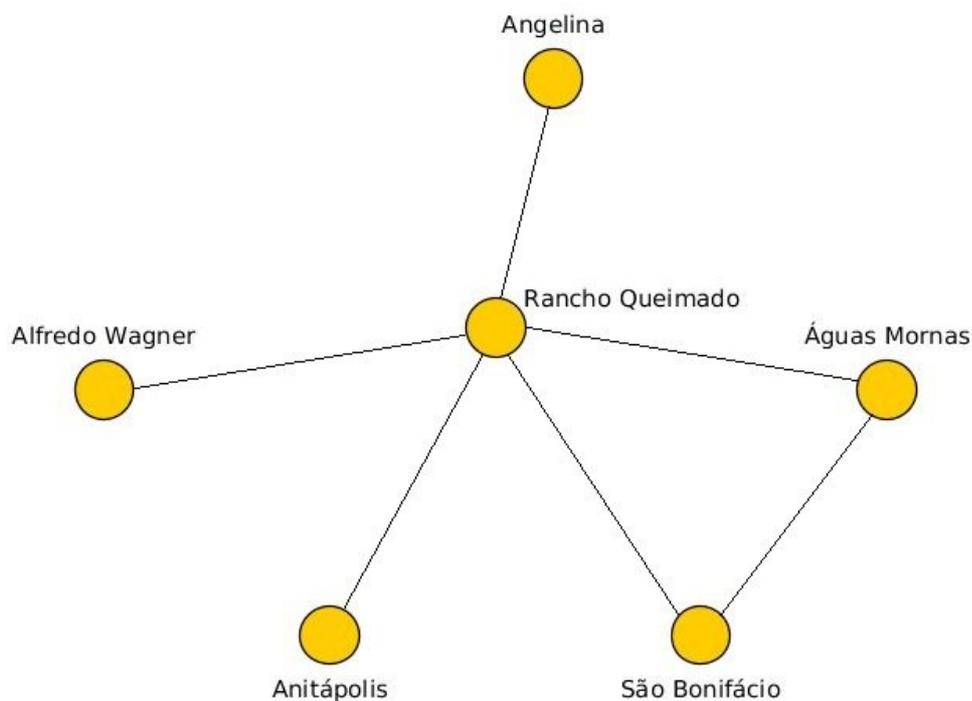
Fonte: Adaptado de Google Maps (2013)

Com base no mapa acima, as cidades serão definidas como vértices e as rodovias como as arestas do grafo. Quando houver interseção de rodovias fora de centros urbanos, apenas serão consideradas as arestas ligadas diretamente às mesmas, não se atentando para as bifurcações que elas venham a apresentar ao longo do trajeto.

Optou-se por, a priori, não considerar a interseção da BR-282 com a SC-431, entre as cidades de Rancho Queimado e Águas Mornas, que dá acesso à cidade de São Bonifácio, como um vértice. A ligação será representada com arestas diretas entre as referidas cidades. Por outro lado, para facilitar a compreensão, o cruzamento central do mapa, próximo ao centro da cidade de Rancho Queimado, será visto, a princípio, como passando pelo centro dessa cidade.

O resultado dessa primeira abstração pode ser observada a seguir:

Figura 10 - Versão inicial da representação esquemática do grafo.



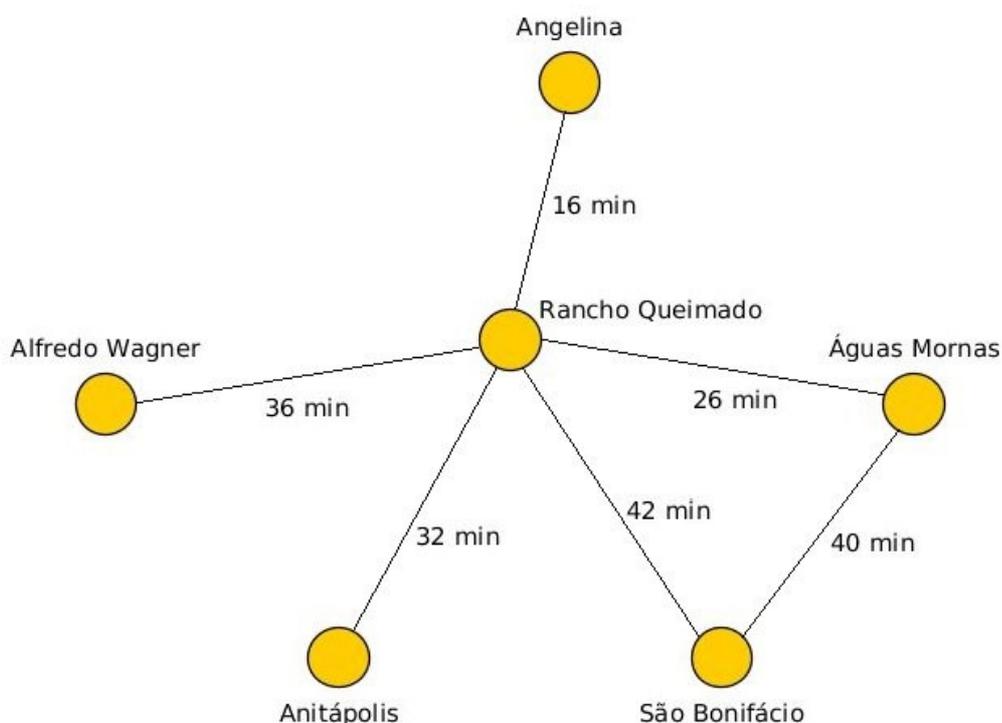
Fonte: Do autor

b) Valoração do Grafo

Embora a distância possa parecer a melhor métrica para atribuir às arestas do grafo, se forem observadas outras variáveis como a altimetria, sinuosidade, tipo de rodovia e condições das estradas, essa distribuição não seria adequada. Uma forma de melhorar o nível de abstração para a resolução desse tipo de problema (reduzibilidade) seria utilizar o tempo estimado para se deslocar entre os diferentes pontos, tendo relação direta com o objetivo deste trabalho que é reduzir o tempo resposta.

De acordo com a análise dos dados fornecidos por GPS, o tempo despendido para percorrer o grafo acima ficou assim distribuído:

Figura 11 - Grafo valorado



Fonte: Do autor

c) Maximização da complexidade da abstração

Sendo o objetivo reduzir o tempo resposta das ocorrências, a localização do centro do grafo trará a solução ótima para esse problema.

Neste momento, percebe-se que, ainda que seja localizado o centro do presente grafo, seria apontado um dos seis vértices propostos. Como pretende-se achar a localização exata, tal granularidade¹⁶ não seria suficiente. Uma forma de aumentar o detalhamento do problema é acrescentar vértices intermediários nas arestas. Quanto maior for o número de vértices, mais precisa será a definição do problema.

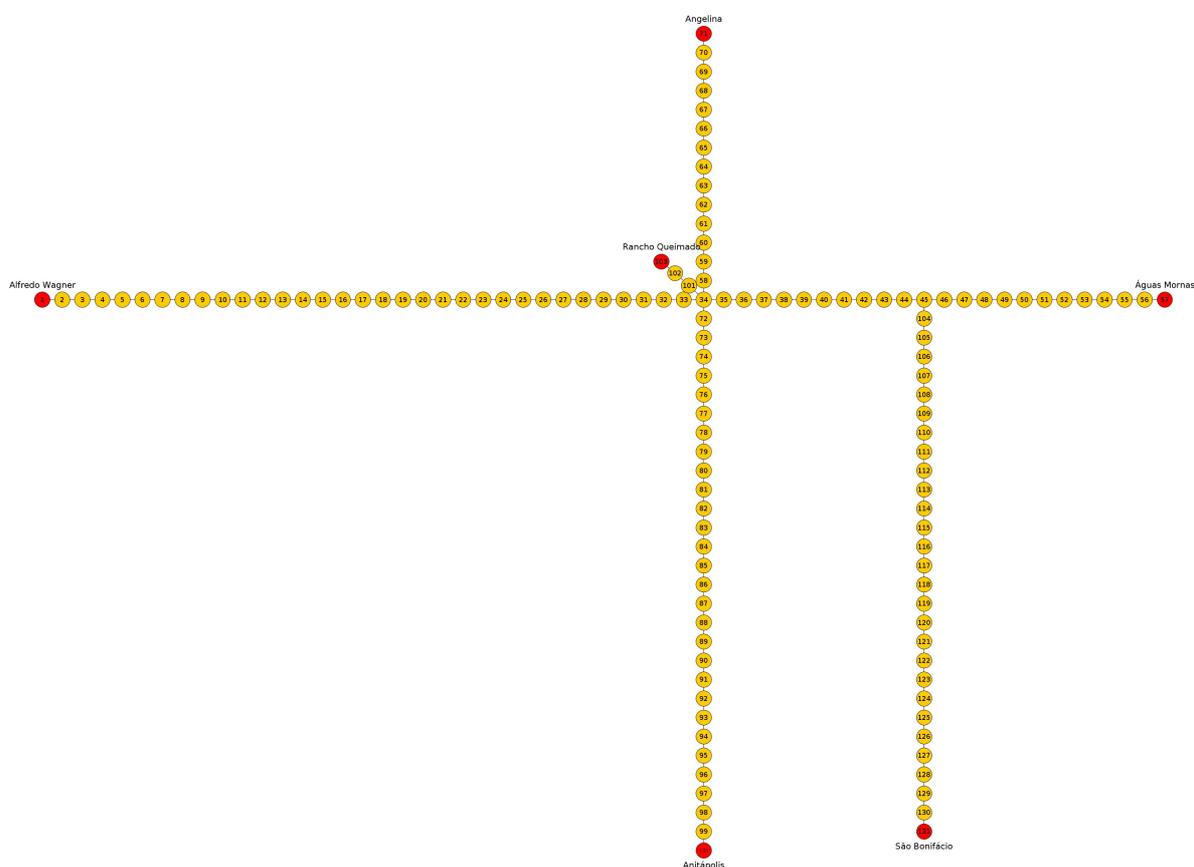
Uma alternativa é: dividir as arestas em intervalos iguais, deixando o grafo de ser valorado e passando a ser não valorado.

Uma forma prática seria dividir um vértice para cada minuto de deslocamento efetuado entre as cidades. Significa dizer que, para cada transição de vértice gasta-se um

¹⁶ Granularidade: O nível de detalhe contido em uma unidade de dados. Quanto menos detalhes dos dados, mais baixo é o nível de granularidade. Quanto mais detalhes, mais alto é o nível de granularidade. (VIDOTTI, 2001, p. 35).

minuto. Para tal é necessário um grafo de 131 vértices para representá-lo, conforme a figura a seguir:

Figura 12 - Grafo em árvore não valorado



Fonte: Do autor

Percebe-se, neste momento, o aumento do detalhamento da abstração: deixou-se de observar o cruzamento central como sendo uma interseção que passa pelo centro da cidade de Rancho Queimado; a rodovia SC-431 aparece como única via de acesso a BR-282 para acessar as cidades de Águas Mornas e Rancho Queimado.

d) Representação Matemática do Grafo

A representação do grafo através de esquema fundamenta-se no fato de ser o mesmo facilmente compreendido pelo ser humano, embora no que tange a relevância matemática ou computacional ele apresenta-se inútil. Dentre as formas existentes de representação numérica optou-se por utilizar a Lista de Adjacência pela facilidade na representação e pela simplicidade na utilização em algoritmos.

A montagem da lista de adjacência do grafo proposto ocorrerá da seguinte forma: cada linha representará um vértice seguido dos vértices aos quais ele faz adjacência. No total, a lista contará com 131 linhas, representando cada um dos vértices. No Apêndice 1 pode ser observado a lista de adjacência do grafo descrito anteriormente. Quando um vértice faz adjacência com apenas um vértice diz-se que é um vértice de grau 1; quando faz adjacência com outros dois vértices, ele é de grau 2 e assim sucessivamente.

3ª Etapa – Aplicação do algoritmo para encontrar o centro do grafo

Levando em consideração que o grafo apresentado neste problema possui em todas suas bordas regiões com concentrações populacionais, sugere-se que, para reduzir o tempo resposta médio em toda sua área, o centro de emergência (OBM) deverá ficar lotado no centro do mesmo. Para se encontrar a excentricidade de um grafo e seu centro existem algoritmos específicos.

Algoritmo: Por se tratar de um grafo acíclico, poder-se-á, através de várias iterações, remover os vértices mais excêntricos até que restem um ou dois vértices. Estes serão o centro do grafo.

O algoritmo descrito acima, para manipular uma lista de adjacência pode ser descrito em pseudo-código¹⁷ da seguinte maneira: “Enquanto existirem vértices de grau dois, elimine todos vértices de grau um; elimine todas suas referências; até que o número de vértices seja menor ou igual a dois”

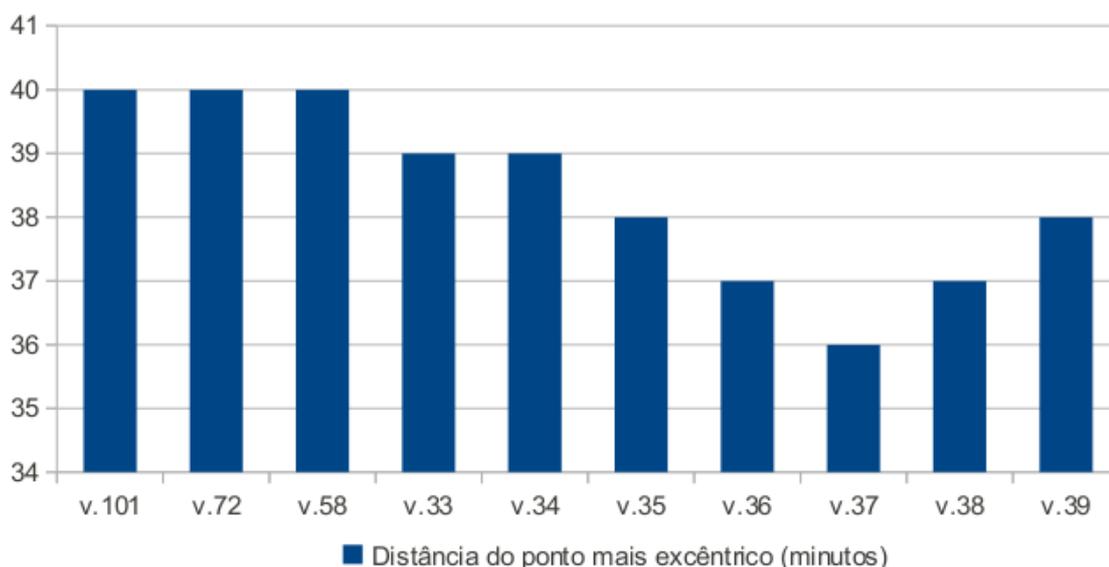
Todas as iterações realizadas acima para encontrar o centro do grafo estão especificadas no Apêndice 2.

4.2 RESULTADOS

Após executar as 36 iterações do algoritmo para encontrar o centro do grafo, encontrou-se o vértice 37 como o centro. O ponto 37 fica localizado no km 55 da BR-282, nas coordenadas (S27.688134, W48.977333). O fato do vértice 37 ser o centro do grafo significa dizer que, saindo dele, percorrer-se-á, no menor tempo, o trajeto até os pontos mais distantes da área em estudo. O tempo resposta para a região menos favorecida foi de 36 minutos. As diferenças dos desempenhos entre os vértices próximos podem ser verificadas no gráfico a seguir:

¹⁷ "O pseudocódigo é uma maneira intermediária entre a linguagem natural e uma linguagem de programação de representar um algoritmo." (FERRARI e CHECHINEL, 2008, p. 21)

Gráfico 3: Comparativo dos resultados entre vértices



Fonte: Do autor

Embora se tenha comprovado ser o vértice 37 aquele provido de melhores resultados, há que se considerar, também, o fator concentração populacional, distribuindo pesos que variam na proporção direta do número de habitantes de cada cidade. A tabela a seguir esclarece o fator até então desprezado:

Tabela 3: Inserção da variável população

Cidade	Tempo Resposta Atual (min)	Tempo Resposta Quartel Sugerido (min)	Melhoria (percentual)	População	Redução do Tempo Resposta Acumulado por Habitante (minutos X Hab.)
Anitápolis	59	32	45,76%	3214	86778
Rancho Queimado	33	6	81,82%	2748	74196
São Bonifácio	47	36	23,40%	3008	33088
Angelina	44	17	61,36%	5250	141750
Águas Mornas	13	20	0%	5548	0
Alfredo Wagner	20	36	0%	9410	0
TOTAL					335812

Fonte: Dados primários (2013).

Ao analisar os dados, constatou-se que houve uma melhora significativa nas cidades de Anitápolis, Rancho Queimado, São Bonifácio e Angelina. Entretanto, nas cidades de Águas Mornas e Alfredo Wagner, o novo quartel não melhoraria o tempo resposta fomentado pelos atuais quartéis.

O resultado exposto pelo centro do grafo (ponto 37) apresenta o ponto ótimo para reduzir ao máximo o tempo resposta ao deslocar uma viatura para todas as referidas

regiões. Isso significa dizer que, teoricamente, uma viatura saindo desse local chegaria em ocorrências nas localidades mais distantes dentro do menor tempo possível. Contudo, esse resultado não leva em consideração o número de habitantes de cada localidade para realizar os cálculos, justificando, de tal forma, a ponderação da variável população.

Sabe-se que, localidades que possuem uma maior concentração populacional tendem a ter um número maior de ocorrências. Nesse caso, não estaria sendo levado em consideração as atividades desempenhadas por esses habitantes. Dependendo do labor executado por um conjunto de pessoas, por exemplo, estarão essas mais sujeitas a acidentes e, conseqüentemente, gerarão um número maior de ocorrências. Tal relação ficará como sugestão de estudo para futuros trabalhos.

Partindo do pressuposto de que o vértice 37 representa o centro do grafo, serão então percorridos os vértices vizinhos do mesmo para comparação de desempenho. A próxima etapa baseou-se em comparar os resultados antes atingidos com os novos, uma vez que a variável população fora, na segunda etapa, incluída. Todos os dados foram tabulados, utilizando uma planilha eletrônica para se chegar no seguinte resultado:

Gráfico 4: Índice de melhoria com base nas concentrações populacionais

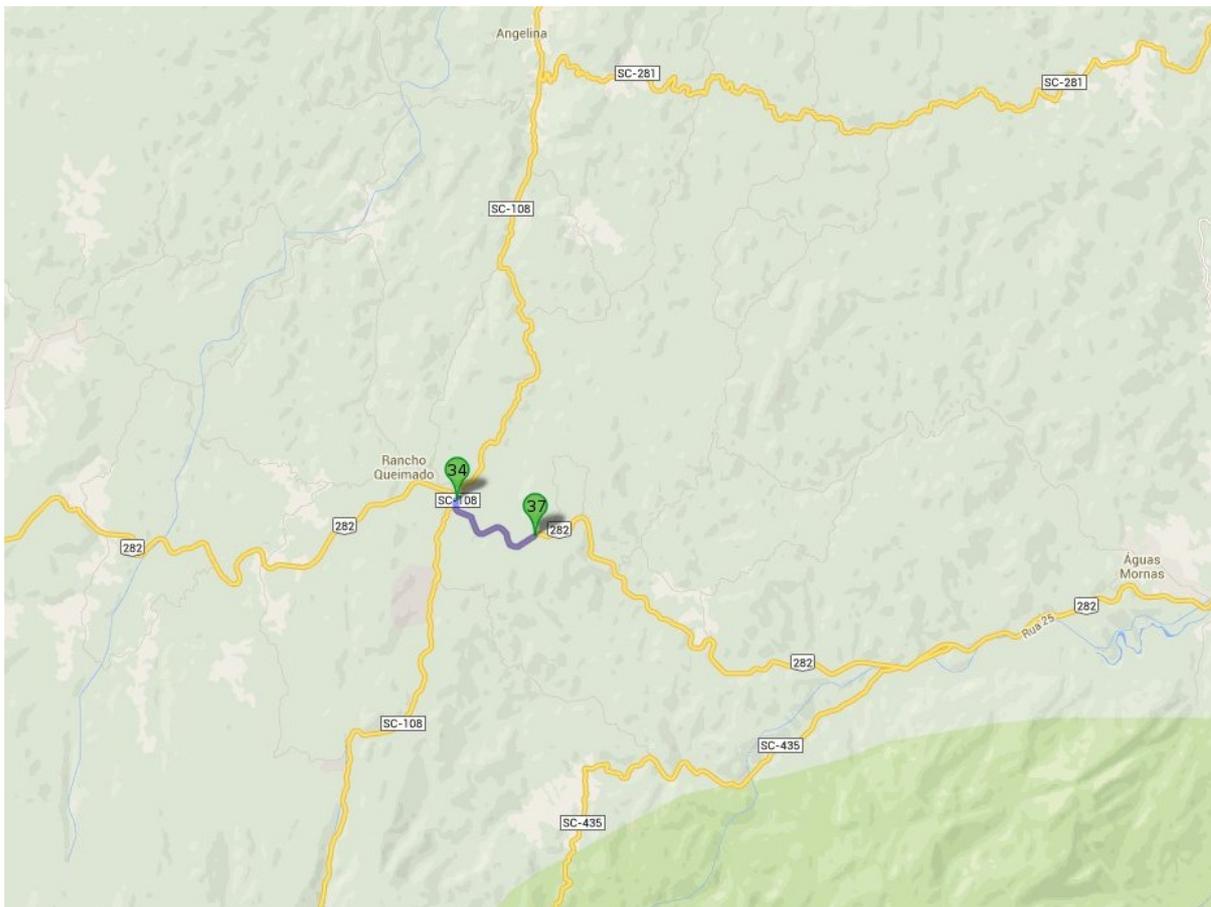


Fonte: Do autor

Ao levar em consideração os diferentes números de habitantes de cada cidade, observou-se um resultado diferente. O vértice 34 é aquele que proporcionará o melhor tempo resposta médio em relação ao provável número de ocorrências de cada região. Este vértice fica localizado no km 58 da rodovia BR-282, interseção com a rodovia SC-407, nas coordenadas (S27° 40' 51", W49° 0' 20").

No mapa a seguir podem ser observados a localização dos vértices 34 e 37:

Figura 13: Localização dos vértices 34 e 37.



Fonte: Adaptado de Google Maps (2013)

5 CONCLUSÃO

Comprovou-se a possibilidade da definição de métricas baseadas na teoria geral de grafos para a determinação de uma localização para a instalação de um centro de emergência – OBM, fato este que vai ao encontro do objetivo de diminuir a carência e a dependência que cidades desprovidas de quartéis Bombeiro Militar possuem.

O modelo matemático desenvolvido foi baseado na estimativa do tempo necessário para deslocar um veículo de passeio; uma vez que a falta de subsídios comprometeu a possibilidade de realizar este cálculo específico para veículos emergenciais. Por outro lado, com o uso de ferramentas que utilizam GPS, fora possível o estabelecimento de uma proporção média da velocidade de deslocamento nos trechos abordados pelo presente estudo na valoração do modelo.

Durante o desenvolvimento do estudo, percebeu-se a necessidade de mensuração do impacto da média do tempo resposta ao se analisar a concentração populacional nas diferentes cidades em estudo. Além da definição do centro do grafo, foi verificado que um cálculo adicional – utilizando a população daquelas cidades – proporcionou um ajuste fino do modelo, trazendo benefício para toda a região.

Ainda que tenham sido encontrados dois pontos ótimos – cada um com seus benefícios – provou-se que em ambos haveria uma melhora significativa nos serviços prestados pela corporação Bombeiro Militar. Ao trazer o resultado do estudo de uma determinada região para a construção de um quartel, nem todo o lugar definido pelo modelo seria fisicamente possível: o ponto definido pode ser uma região com acidentes geográficos acentuados, rios ou outros fatores que impossibilitariam tal construção. A definição dos dois pontos serve como um norte, uma indicação de instalação, propondo que a construção efetue-se nas proximidades dos pontos sugeridos. Em suma: qualquer região entre os dois pontos será substancialmente melhor que em qualquer outro lugar do local em estudo.

Com a criação de um quartel na região determinada haverá a melhora real no atendimento dos habitantes das cidades de Anitápolis, Rancho Queimado, São Bonifácio e Angelina. A população atendida, que totaliza 14.220 habitantes (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2010), corresponde a 4,39% da população catarinense.

Além de complementar o Programa de Expansão dos Serviços de Bombeiros para a escolha de uma cidade candidata a receber uma nova OBM, a ferramenta desenvolvida poderá ser utilizada em casos onde a escolha de uma cidade tenha sido

meramente política – auxiliando na definição do melhor bairro ou rua para a construção do novo quartel BM.

Não há como negar que é possível embasar decisões, ainda que estratégicas – não somente nos níveis tático e operacional – , em fundamentos palpáveis, de modo a afastar as ações do empirismo, devolvendo à Corporação um agir fidedigno aos valores e atitudes sociais.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, Paulo César Gurgel; SANTOS, Cláudia Cristina dos. **GPS Para Iniciantes**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2003.

BOAVENTURA NETTO, Paulo Oswaldo. **Grafos: teoria, modelos, algoritmos**. São Paulo: Edgard Blücher, 2006.

BRASIL. **Lei nº 9.503**, de 23 de setembro de 1997. Institui o Código de Trânsito Brasileiro. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9503.htm>. Acesso em: 01 mar. 2013.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura e Transportes - DNIT. **Plano Nacional de Coleta de Dados de Tráfego - PNCT**. Florianópolis: Laboratório de Transportes e Logística, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades**, 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/link.php?codmun=421690>>. Acesso em: 02 dez. 2012.

ISLER, Cassiano Augusto. **Proposta de um modelo de capacidade de processamento de trens cargueiros em redes ferroviárias de linha singela**. 2010. 217 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2010.

COELHO, Alessandro Teixeira. **Avaliação de Políticas Públicas e Avaliação Interna da Polícia Civil do Rio De Janeiro: a Visão do Policial Civil e do Entorno Social em Relação ao Programa Delegacia Legal**. 2007. 157 f. Dissertação (Mestrado em Administração Pública) - Fundação Getúlio Vargas. Rio de Janeiro, 2007.

BRASIL. Confederação Nacional de Transportes. **Pesquisa rodoviária 2005**. Disponível em: <<http://pesquisarodovias.cnt.org.br/Downloads/Edicoes//2005/Relat%C3%B3rio>>

%20Gerencial/Relat%C3%B3rio%20Gerencial%202005.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2013.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA. **Endereços de Quarteis BM**. Disponível em:

<http://www.cb.sc.gov.br/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=132>.

Acesso em: 02 dez. 2012.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA. **Manual do Usuário Sistema E-193**. Florianópolis, agosto de 2011.

DUARTE, Nádia Maria da Conceição; LACERDA, Márcio Augusto; CRUVINEL, Marcos Guilherme Cunha. **Atendimento Pré-Hospitalar ao Politraumatizado**. Alagoas: Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas, 2010.

DUNSAVAGE, Douglas. Heart of Honor: Award to Representative Jim McReynolds for Outstanding Leadership. **American Heart Association- South Central Affiliate**. December, 2005. Disponível em: <<http://www.memorialhealth.us/pdfs/press%20releases/Heart%20of%20Honor%20Press%20Release.pdf>>. Acesso em: 01 dez. 2012.

EVARISTO, Jaime. **Programando Em Linguagem C**. Alagoas: Book Express, 2001.

FERRARI, Fabricio; CECHINEL, Cristian. **Introdução a Algoritmos e Programação**. Bagé: Universidade Federal do Pampa, 2008.

FRANÇA, Fábio. **Uso de SAS/OR® para diminuir o tempo de resposta com um melhor posicionamento de ambulâncias**. São Paulo, 2011. Disponível em: <http://www.fit-tecnologia.org.br/upload/downloads/l_4UFuj_ngt75GF.pdf> Acesso em: 03 dez. 2012.

FUGGETTA, Alfonso. **Open source software**—an evaluation. Politecnico di Milano, Dipartimento di Elettronica e Informazione. Milano, Italy. 2003.

GIL, Antonio C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

GOOGLE. **The bright side of sitting in traffic**: Crowdsourcing road congestion data.

Disponível em: <<http://googleblog.blogspot.com.br/2009/08/bright-side-of-sitting-in-traffic.html>> Acesso em: 13 nov. 2013.

LAKATOS, Eva M; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1991.

LIMA JUNIOR, Paulo; SILVA, Maria Teresinha Xavier; SILVEIRA, Fernando Lang da; VEIT, Eliane Angela. **Subsídios para o Ensino de Física Experimental**. Porto Alegre: IF-UFRGS, 2013.

LOBO, António; COUTO, António; RODRIGUES, Carlos. **Modelação da Velocidade Livre de Circulação em Estradas Portuguesas de Duas Vias**. Portugal: Universidade do Porto, 2013.

LOURO, Arcélio Costa. **Determinação autônoma de atitude de satélites utilizando GPS**. Tese (Doutorado em Mecânica Espacial e Controle) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos. Março de 2006.

MALHOTRA, Naresh K. **Pesquisa de Marketing**: uma orientação aplicada. Porta Alegre: Bookman, 2001.

MARTINS, André. O uso da abstração para a resolução de problemas – Redutibilidade. **Brainstorm de TI**, São Paulo, 2010. Disponível em: <<http://brainstormdeti.wordpress.com/2010/05/17/abstracao-redutibilidade/>>. Acesso em: 19 out. 2013.

MARTINS, Camilla Brandel. **Apostila da Disciplina Análise de Algoritmos**. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Mandaguari Departamento de Informática. Mandaguari, 2004.

MATOS JUNIOR, Luiz Eduardo de. **Aplicação Móvel de Geoposicionamento para o Sistema de Transporte Público**. São José dos Campos: Faculdade de Tecnologia São José dos Campos, 2011.

MELO, Weyller Diogo Albuquerque; SOUZA, Alexandre do Nascimento; SILVA, Daniel Carneiro da. Utilização do Programa Adjust em Ajustamento de Triangulações e Trilaterações. Recife: Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnológicas da Geoinformação, 2012.

MOREIRA, Manuel Bel. **A protecção da floresta, do solo e das águas**. Portugal: Instituto Superior de Agronomia, 2010.

NEWGARD, Craig D., SCHMICKER, Robert H., HEDGES, Jerris R., et al. **Emergency Medical Services Intervals and Survival in Trauma**: Assessment of the “Golden Hour” in a North American Prospective Cohort. *Annals of Emergency Medicine*. Society for Academic Emergency Medicine Annual Meeting, May 2008, Washington, DC.

NOGUEIRA, Luís Artur de. As 10 estradas federais que mais matam no Brasil. **Revista Exame**, São Paulo, 6 maio 2011. Disponível em:
<<http://exame.abril.com.br/brasil/noticias/as-10-estradas-federais-que-mais-matam-no-brasil?p=11>>. Acesso em: 6 maio 2013.

OLIVEIRA, Celso Henrique Poderoso de. **SQL: Curso Prático**. São Paulo: Novatec, 2002.

OLIVEIRA, Luiz Affonso Guedes de. **Algoritmo e Lógica de Programação**. Natal (RN): Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2004.

PHTLS – Atendimento Pré-Hospitalar ao Traumatizado: Comitê do PHTLS da National Association of Emergency Medical Technicians (NAEMT) em Cooperação com Comitê de Trauma do Colégio Americano de Cirurgiões. 6º ed. Rio de Janeiro: Mosby Jems – Elsevier, 2007.

PIETRANTÔNIO, Hugo. **Engenharia de tráfego**: introdução à teoria do fluxo de tráfego. EPUSP - Departamento de Engenharia de Transportes. Disponível em:
<<http://www.poli.usp.br/d/ptr5803/ET2-Teoria.pdf>>. Acesso em: 03 nov. 2013.

POLEZEL, Wesley Gildo Canducci; SOUZA, Eniuce Menezes de; MONICO, João Francisco Galera. **Método de Posicionamento Relativo por Satélite GPS com Correção**

do Efeito do Multicaminho em Estações de Referência: Formulação Matemática, Resultados e Análises. Faculdade de Ciências e Tecnologia. São Paulo, 2008.

RABUSKE, M. A. **Introdução à Teoria dos Grafos.** Florianópolis: UFSC, 1992.

RAMOS, Frederico Roman. **Análise Espacial de Estruturas Intra-Urbanas:** o Caso de São Paulo. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos, 2002.

RIZZARDO, Arnaldo. **Comentários ao Código de Trânsito Brasileiro.** São Paulo: Revista dos Tribunais, 1998.

RODRIGUES, Carlo Kleber Da Silva. **O Problema Do Caminho Mais Rápido.** 1999. Dissertação (Mestrado em Ciências em Sistemas e Computação) - Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, 1999.

RUSSELL, Richard. **How Does Google Maps Calculate Your ETA?** Disponível em: <www.forbes.com/sites/quora/2013/07/31/how-does-google-maps-calculate-your-eta>. Acesso em: 12 nov. 2013.

SANTANA, Marcelo Nardelli Pinto. **Alocação de Tarefas Paralelas Comunicantes em Ambientes distribuídos Heterogêneos.** 109 f. Dissertação (Mestrado em Informática) - Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

SANTOS, Walter Ferreira dos; VILANOVA, Luis Molist. **Análise da influência da velocidade máxima permitida sobre o valor da capacidade:** estudo de caso – Avenida 23 de Maio. São Paulo: Companhia de Engenharia de Tráfego, 2012.

SILVA, Herbert Coelho; GRAVIER, Sylvain; FARIA, Luerbio; KLEIN, Sulamita. Uma caracterização dos grafos com número cromático orientado 3 e sobre o número cromático orientado de união de grafos. Ubatuba: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 2011.

SILVA, Pedro Marinho Sizenando. **Análise do serviço de atendimento móvel de urgência**

(samu) de belo horizonte via simulação e otimização. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA. **Programa de Expansão dos Serviços de Bombeiros do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina – PROESB.** Florianópolis, 2012.

TAKAI, Osvaldo Kotaro; ITALIANO, Isabel Cristina; FERREIRA, João Eduardo. **Introdução a Banco de Dados.** São Paulo: Universidade de São Paulo, Instituto de Matemática e Estatística, 2005.

VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração.** 3. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

VIDOTTI, Junior Cezar. **Projeto de um Data Warehouse: Análise de Custo/Benefício.** Cuiabá: Universidade Federal do Mato Grosso, 2001.

VIEIRA, Renato S.; HADDAD, Eduardo Amaral. **Índice de Acessibilidade para São Paulo.** Porto de Galinhas: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 2012. Disponível em: <http://www.anpec.org.br/encontro/2012/inscricao/files_I/i9-3a9177bde138e0856209565459aa85a7.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2013.

APÊNDICE 1 - Lista de Adjacência

VÉRTICE	Vértices Adjacentes			44	45	43	88	89	87
1	2			45	46	44 104	89	90	88
2	3	1		46	47	45	90	91	89
3	4	2		47	48	46	91	92	90
4	5	3		48	49	47	92	93	91
5	6	4		49	50	48	93	94	92
6	7	5		50	51	49	94	95	93
7	8	6		51	52	50	95	96	94
8	9	7		52	53	51	96	97	95
9	10	8		53	54	52	97	98	96
10	11	9		54	55	53	98	99	97
11	12	10		55	56	54	99	100	98
12	13	11		56	57	55	100	99	
13	14	12		57	56		101	102	34
14	15	13		58	59	34	102	103	101
15	16	14		59	60	58	103	102	
16	17	15		60	61	59	104	105	45
17	18	16		61	62	60	105	106	104
18	19	17		62	63	61	106	107	105
19	20	18		63	64	62	107	108	106
20	21	19		64	65	63	108	109	107
21	22	20		65	66	64	109	110	108
22	23	21		66	67	65	110	111	109
23	24	22		67	68	66	111	112	110
24	25	23		68	69	67	112	113	111
25	26	24		69	70	68	113	114	112
26	27	25		70	71	69	114	115	113
27	28	26		71	70		115	116	114
28	29	27		72	73	34	116	117	115
29	30	28		73	74	72	117	118	116
30	31	29		74	75	73	118	119	117
31	32	30		75	76	74	119	120	118
32	33	31		76	77	75	120	121	119
33	34	32		77	78	76	121	122	120
34	35	33	58 72 101	78	79	77	122	123	121
35	36	34		79	80	78	123	124	122
36	37	35		80	81	79	124	125	123
37	38	36		81	82	80	125	126	124
38	39	37		82	83	81	126	127	125
39	40	38		83	84	82	127	128	126
40	41	39		84	85	83	128	129	127
41	42	40		85	86	84	129	130	128
42	43	41		86	87	85	130	131	129
43	44	42		87	88	86	131	130	

APÊNDICE 2 - Iterações Algorítmicas

Iteração Algorítmica - 1

VÉRTICE	Vértices Adjacentes	44	45	43	89	90	88
2	3	45	46	44 104	90	91	89
3	4 2	46	47	45	91	92	90
4	5 3	47	48	46	92	93	91
5	6 4	48	49	47	93	94	92
6	7 5	49	50	48	94	95	93
7	8 6	50	51	49	95	96	94
8	9 7	51	52	50	96	97	95
9	10 8	52	53	51	97	98	96
10	11 9	53	54	52	98	99	97
11	12 10	54	55	53	99	98	
12	13 11	55	56	54	101	102	34
13	14 12	56	55		102	101	
14	15 13	58	59	34	104	105	45
15	16 14	59	60	58	105	106	104
16	17 15	60	61	59	106	107	105
17	18 16	61	62	60	107	108	106
18	19 17	62	63	61	108	109	107
19	20 18	63	64	62	109	110	108
20	21 19	64	65	63	110	111	109
21	22 20	65	66	64	111	112	110
22	23 21	66	67	65	112	113	111
23	24 22	67	68	66	113	114	112
24	25 23	68	69	67	114	115	113
25	26 24	69	70	68	115	116	114
26	27 25	70		69	116	117	115
27	28 26	72	73	34	117	118	116
28	29 27	73	74	72	118	119	117
29	30 28	74	75	73	119	120	118
30	31 29	75	76	74	120	121	119
31	32 30	76	77	75	121	122	120
32	33 31	77	78	76	122	123	121
33	34 32	78	79	77	123	124	122
34	35 33 58 72 101	79	80	78	124	125	123
35	36 34	80	81	79	125	126	124
36	37 35	81	82	80	126	127	125
37	38 36	82	83	81	127	128	126
38	39 37	83	84	82	128	129	127
39	40 38	84	85	83	129	130	128
40	41 39	85	86	84	130		129
41	42 40	86	87	85			
42	43 41	87	88	86			
43	44 42	88	89	87			

Iteração Algorítmica - 2

VÉRTICE	Vértices Adjacentes	46	47	45	94	95	93
3	4	47	48	46	95	96	94
4	5 3	48	49	47	96	97	95
5	6 4	49	50	48	97	98	96
6	7 5	50	51	49	98	97	
7	8 6	51	52	50	101	34	
8	9 7	52	53	51	104	105	45
9	10 8	53	54	52	105	106	104
10	11 9	54	55	53	106	107	105
11	12 10	55	54		107	108	106
12	13 11	58	59	34	108	109	107
13	14 12	59	60	58	109	110	108
14	15 13	60	61	59	110	111	109
15	16 14	61	62	60	111	112	110
16	17 15	62	63	61	112	113	111
17	18 16	63	64	62	113	114	112
18	19 17	64	65	63	114	115	113
19	20 18	65	66	64	115	116	114
20	21 19	66	67	65	116	117	115
21	22 20	67	68	66	117	118	116
22	23 21	68	69	67	118	119	117
23	24 22	69	68		119	120	118
24	25 23	72	73	34	120	121	119
25	26 24	73	74	72	121	122	120
26	27 25	74	75	73	122	123	121
27	28 26	75	76	74	123	124	122
28	29 27	76	77	75	124	125	123
29	30 28	77	78	76	125	126	124
30	31 29	78	79	77	126	127	125
31	32 30	79	80	78	127	128	126
32	33 31	80	81	79	128	129	127
33	34 32	81	82	80	129	128	
34	35 33 58 72 101	82	83	81			
35	36 34	83	84	82			
36	37 35	84	85	83			
37	38 36	85	86	84			
38	39 37	86	87	85			
39	40 38	87	88	86			
40	41 39	88	89	87			
41	42 40	89	90	88			
42	43 41	90	91	89			
43	44 42	91	92	90			
44	45 43	92	93	91			
45	46 44 104	93	94	92			

Iteração Algorítmica - 3

VÉRTICE	Vértices Adjacentes			47	48	46	97	96
4	5			48	49	47	104	105 45
5	6	4		49	50	48	105	106 104
6	7	5		50	51	49	106	107 105
7	8	6		51	52	50	107	108 106
8	9	7		52	53	51	108	109 107
9	10	8		53	54	52	109	110 108
10	11	9		54	53		110	111 109
11	12	10		58	59	34	111	112 110
12	13	11		59	60	58	112	113 111
13	14	12		60	61	59	113	114 112
14	15	13		61	62	60	114	115 113
15	16	14		62	63	61	115	116 114
16	17	15		63	64	62	116	117 115
17	18	16		64	65	63	117	118 116
18	19	17		65	66	64	118	119 117
19	20	18		66	67	65	119	120 118
20	21	19		67	68	66	120	121 119
21	22	20		68	67		121	122 120
22	23	21		72	73	34	122	123 121
23	24	22		73	74	72	123	124 122
24	25	23		74	75	73	124	125 123
25	26	24		75	76	74	125	126 124
26	27	25		76	77	75	126	127 125
27	28	26		77	78	76	127	128 126
28	29	27		78	79	77	128	127
29	30	28		79	80	78		
30	31	29		80	81	79		
31	32	30		81	82	80		
32	33	31		82	83	81		
33	34	32		83	84	82		
34	35	33	58 72	84	85	83		
35	36	34		85	86	84		
36	37	35		86	87	85		
37	38	36		87	88	86		
38	39	37		88	89	87		
39	40	38		89	90	88		
40	41	39		90	91	89		
41	42	40		91	92	90		
42	43	41		92	93	91		
43	44	42		93	94	92		
44	45	43		94	95	93		
45	46	44	104	95	96	94		
46	47	45		96	97	95		

Iteração Algorítmica - 4

VÉRTICE	Vértices Adjacentes	48	49	47	107	108	106
5	6	49	50	48	108	109	107
6	7 5	50	51	49	109	110	108
7	8 6	51	52	50	110	111	109
8	9 7	52	53	51	111	112	110
9	10 8	53		52	112	113	111
10	11 9	58	59	34	113	114	112
11	12 10	59	60	58	114	115	113
12	13 11	60	61	59	115	116	114
13	14 12	61	62	60	116	117	115
14	15 13	62	63	61	117	118	116
15	16 14	63	64	62	118	119	117
16	17 15	64	65	63	119	120	118
17	18 16	65	66	64	120	121	119
18	19 17	66	67	65	121	122	120
19	20 18	67	66		122	123	121
20	21 19	72	73	34	123	124	122
21	22 20	73	74	72	124	125	123
22	23 21	74	75	73	125	126	124
23	24 22	75	76	74	126	127	125
24	25 23	76	77	75	127		126
25	26 24	77	78	76			
26	27 25	78	79	77			
27	28 26	79	80	78			
28	29 27	80	81	79			
29	30 28	81	82	80			
30	31 29	82	83	81			
31	32 30	83	84	82			
32	33 31	84	85	83			
33	34 32	85	86	84			
34	35 33 58 72	86	87	85			
35	36 34	87	88	86			
36	37 35	88	89	87			
37	38 36	89	90	88			
38	39 37	90	91	89			
39	40 38	91	92	90			
40	41 39	92	93	91			
41	42 40	93	94	92			
42	43 41	94	95	93			
43	44 42	95	96	94			
44	45 43	96	95				
45	46 44 104	104	105	45			
46	47 45	105	106	104			
47	48 46	106	107	105			

Iteração Algorítmica - 5

VÉRTICE	Vértices Adjacentes			49	50	48	111	112	110
6	7			50	51	49	112	113	111
7	8	6		51	52	50	113	114	112
8	9	7		52	51		114	115	113
9	10	8		58	59	34	115	116	114
10	11	9		59	60	58	116	117	115
11	12	10		60	61	59	117	118	116
12	13	11		61	62	60	118	119	117
13	14	12		62	63	61	119	120	118
14	15	13		63	64	62	120	121	119
15	16	14		64	65	63	121	122	120
16	17	15		65	66	64	122	123	121
17	18	16		66	65		123	124	122
18	19	17		72	73	34	124	125	123
19	20	18		73	74	72	125	126	124
20	21	19		74	75	73	126		125
21	22	20		75	76	74			
22	23	21		76	77	75			
23	24	22		77	78	76			
24	25	23		78	79	77			
25	26	24		79	80	78			
26	27	25		80	81	79			
27	28	26		81	82	80			
28	29	27		82	83	81			
29	30	28		83	84	82			
30	31	29		84	85	83			
31	32	30		85	86	84			
32	33	31		86	87	85			
33	34	32		87	88	86			
34	35	33	58	88	89	87			
35	36	34		89	90	88			
36	37	35		90	91	89			
37	38	36		91	92	90			
38	39	37		92	93	91			
39	40	38		93	94	92			
40	41	39		94	95	93			
41	42	40		95	94				
42	43	41		104	105	45			
43	44	42		105	106	104			
44	45	43		106	107	105			
45	46	44	104	107	108	106			
46	47	45		108	109	107			
47	48	46		109	110	108			
48	49	47		110	111	109			

Iteração Algorítmica - 6

VÉRTICE	Vértices Adjacentes			50	51	49	115	116	114
7	8			51	50		116	117	115
8	9	7		58	59	34	117	118	116
9	10	8		59	60	58	118	119	117
10	11	9		60	61	59	119	120	118
11	12	10		61	62	60	120	121	119
12	13	11		62	63	61	121	122	120
13	14	12		63	64	62	122	123	121
14	15	13		64	65	63	123	124	122
15	16	14		65	64		124	125	123
16	17	15		72	73	34	125	124	
17	18	16		73	74	72			
18	19	17		74	75	73			
19	20	18		75	76	74			
20	21	19		76	77	75			
21	22	20		77	78	76			
22	23	21		78	79	77			
23	24	22		79	80	78			
24	25	23		80	81	79			
25	26	24		81	82	80			
26	27	25		82	83	81			
27	28	26		83	84	82			
28	29	27		84	85	83			
29	30	28		85	86	84			
30	31	29		86	87	85			
31	32	30		87	88	86			
32	33	31		88	89	87			
33	34	32		89	90	88			
34	35	33	58	90	91	89			
35	36	34		91	92	90			
36	37	35		92	93	91			
37	38	36		93	94	92			
38	39	37		94	93				
39	40	38		104	105	45			
40	41	39		105	106	104			
41	42	40		106	107	105			
42	43	41		107	108	106			
43	44	42		108	109	107			
44	45	43		109	110	108			
45	46	44	104	110	111	109			
46	47	45		111	112	110			
47	48	46		112	113	111			
48	49	47		113	114	112			
49	50	48		114	115	113			

Iteração Algorítmica - 7

VÉRTICE	Vértices Adjacentes	58	59	34	119	120	118
8	9	59	60	58	120	121	119
9	10 8	60	61	59	121	122	120
10	11 9	61	62	60	122	123	121
11	12 10	62	63	61	123	124	122
12	13 11	63	64	62	124	123	
13	14 12	64	63				
14	15 13	72	73	34			
15	16 14	73	74	72			
16	17 15	74	75	73			
17	18 16	75	76	74			
18	19 17	76	77	75			
19	20 18	77	78	76			
20	21 19	78	79	77			
21	22 20	79	80	78			
22	23 21	80	81	79			
23	24 22	81	82	80			
24	25 23	82	83	81			
25	26 24	83	84	82			
26	27 25	84	85	83			
27	28 26	85	86	84			
28	29 27	86	87	85			
29	30 28	87	88	86			
30	31 29	88	89	87			
31	32 30	89	90	88			
32	33 31	90	91	89			
33	34 32	91	92	90			
34	35 33 58	92	93	91			
35	36 34	93	92				
36	37 35	104	105	45			
37	38 36	105	106	104			
38	39 37	106	107	105			
39	40 38	107	108	106			
40	41 39	108	109	107			
41	42 40	109	110	108			
42	43 41	110	111	109			
43	44 42	111	112	110			
44	45 43	112	113	111			
45	46 44 104	113	114	112			
46	47 45	114	115	113			
47	48 46	115	116	114			
48	49 47	116	117	115			
49	50 48	117	118	116			
50	49	118	119	117			

Iteração Algorítmica - 8

VÉRTICE	Vértices Adjacentes			60	61	59	123	122
9	10			61	62	60		
10	11	9		62	63	61		
11	12	10		63	62			
12	13	11		72	73	34		
13	14	12		73	74	72		
14	15	13		74	75	73		
15	16	14		75	76	74		
16	17	15		76	77	75		
17	18	16		77	78	76		
18	19	17		78	79	77		
19	20	18		79	80	78		
20	21	19		80	81	79		
21	22	20		81	82	80		
22	23	21		82	83	81		
23	24	22		83	84	82		
24	25	23		84	85	83		
25	26	24		85	86	84		
26	27	25		86	87	85		
27	28	26		87	88	86		
28	29	27		88	89	87		
29	30	28		89	90	88		
30	31	29		90	91	89		
31	32	30		91	92	90		
32	33	31		92		91		
33	34	32		104	105	45		
34	35	33	58	105	106	104		
35	36	34		106	107	105		
36	37	35		107	108	106		
37	38	36		108	109	107		
38	39	37		109	110	108		
39	40	38		110	111	109		
40	41	39		111	112	110		
41	42	40		112	113	111		
42	43	41		113	114	112		
43	44	42		114	115	113		
44	45	43		115	116	114		
45	46	44	104	116	117	115		
46	47	45		117	118	116		
47	48	46		118	119	117		
48	49	47		119	120	118		
49	48			120	121	119		
58	59	34		121	122	120		
59	60	58		122	123	121		

Iteração Algorítmica - 9

VÉRTICE	Vértices Adjacentes			62	61
10	11			72	73 34
11	12	10		73	74 72
12	13	11		74	75 73
13	14	12		75	76 74
14	15	13		76	77 75
15	16	14		77	78 76
16	17	15		78	79 77
17	18	16		79	80 78
18	19	17		80	81 79
19	20	18		81	82 80
20	21	19		82	83 81
21	22	20		83	84 82
22	23	21		84	85 83
23	24	22		85	86 84
24	25	23		86	87 85
25	26	24		87	88 86
26	27	25		88	89 87
27	28	26		89	90 88
28	29	27		90	91 89
29	30	28		91	90
30	31	29		104	105 45
31	32	30		105	106 104
32	33	31		106	107 105
33	34	32		107	108 106
34	35	33	58	108	109 107
35	36	34		109	110 108
36	37	35		110	111 109
37	38	36		111	112 110
38	39	37		112	113 111
39	40	38		113	114 112
40	41	39		114	115 113
41	42	40		115	116 114
42	43	41		116	117 115
43	44	42		117	118 116
44	45	43		118	119 117
45	46	44	104	119	120 118
46	47	45		120	121 119
47	48	46		121	122 120
48	47			122	121
58	59	34			
59	60	58			
60	61	59			
61	62	60			

Iteração Algorítmica - 10

VÉRTICE	Vértices Adjacentes			74	75	73
11	12			75	76	74
12	13	11		76	77	75
13	14	12		77	78	76
14	15	13		78	79	77
15	16	14		79	80	78
16	17	15		80	81	79
17	18	16		81	82	80
18	19	17		82	83	81
19	20	18		83	84	82
20	21	19		84	85	83
21	22	20		85	86	84
22	23	21		86	87	85
23	24	22		87	88	86
24	25	23		88	89	87
25	26	24		89	90	88
26	27	25		90	89	
27	28	26		104	105	45
28	29	27		105	106	104
29	30	28		106	107	105
30	31	29		107	108	106
31	32	30		108	109	107
32	33	31		109	110	108
33	34	32		110	111	109
34	35	33	58	111	112	110
35	36	34		112	113	111
36	37	35		113	114	112
37	38	36		114	115	113
38	39	37		115	116	114
39	40	38		116	117	115
40	41	39		117	118	116
41	42	40		118	119	117
42	43	41		119	120	118
43	44	42		120	121	119
44	45	43		121	120	
45	46	44	104			
46	47	45				
47	46					
58	59	34				
59	60	58				
60	61	59				
61	60					
72	73	34				
73	74	72				

Iteração Algorítmica - 11

VÉRTICE	Vértices Adjacentes			77	78	76
12	13			78	79	77
13	14	12		79	80	78
14	15	13		80	81	79
15	16	14		81	82	80
16	17	15		82	83	81
17	18	16		83	84	82
18	19	17		84	85	83
19	20	18		85	86	84
20	21	19		86	87	85
21	22	20		87	88	86
22	23	21		88	89	87
23	24	22		89	88	
24	25	23		104	105	45
25	26	24		105	106	104
26	27	25		106	107	105
27	28	26		107	108	106
28	29	27		108	109	107
29	30	28		109	110	108
30	31	29		110	111	109
31	32	30		111	112	110
32	33	31		112	113	111
33	34	32		113	114	112
34	35	33	58	114	115	113
35	36	34		115	116	114
36	37	35		116	117	115
37	38	36		117	118	116
38	39	37		118	119	117
39	40	38		119	120	118
40	41	39		120	119	
41	42	40				
42	43	41				
43	44	42				
44	45	43				
45	46	44	104			
46	45					
58	59	34				
59	60	58				
60	59					
72	73	34				
73	74	72				
74	75	73				
75	76	74				
76	77	75				

Iteração Algorítmica - 12

VÉRTICE	Vértices Adjacentes			80	81	79
13	14			81	82	80
14	15	13		82	83	81
15	16	14		83	84	82
16	17	15		84	85	83
17	18	16		85	86	84
18	19	17		86	87	85
19	20	18		87	88	86
20	21	19		88	87	
21	22	20		104	105	45
22	23	21		105	106	104
23	24	22		106	107	105
24	25	23		107	108	106
25	26	24		108	109	107
26	27	25		109	110	108
27	28	26		110	111	109
28	29	27		111	112	110
29	30	28		112	113	111
30	31	29		113	114	112
31	32	30		114	115	113
32	33	31		115	116	114
33	34	32		116	117	115
34	35	33	58	117	118	116
35	36	34		118	119	117
36	37	35		119	118	
37	38	36				
38	39	37				
39	40	38				
40	41	39				
41	42	40				
42	43	41				
43	44	42				
44	45	43				
45	44	104				
58	59	34				
59	58					
72	73	34				
73	74	72				
74	75	73				
75	76	74				
76	77	75				
77	78	76				
78	79	77				
79	80	78				

Iteração Algorítmica - 13

VÉRTICE	Vértices Adjacentes			82	83	81
14	15			83	84	82
15	16	14		84	85	83
16	17	15		85	86	84
17	18	16		86	87	85
18	19	17		87	86	
19	20	18		104	105	45
20	21	19		105	106	104
21	22	20		106	107	105
22	23	21		107	108	106
23	24	22		108	109	107
24	25	23		109	110	108
25	26	24		110	111	109
26	27	25		111	112	110
27	28	26		112	113	111
28	29	27		113	114	112
29	30	28		114	115	113
30	31	29		115	116	114
31	32	30		116	117	115
32	33	31		117	118	116
33	34	32		118	117	
34	35	33	58			
35	36	34				
36	37	35				
37	38	36				
38	39	37				
39	40	38				
40	41	39				
41	42	40				
42	43	41				
43	44	42				
44	45	43				
45	44	104				
58	34					
72	73	34				
73	74	72				
74	75	73				
75	76	74				
76	77	75				
77	78	76				
78	79	77				
79	80	78				
80	81	79				
81	82	80				

Iteração Algorítmica - 14

VÉRTICE	Vértices Adjacentes	84	85	83
15	16	85	86	84
16	17 15	86	85	
17	18 16	104	105	45
18	19 17	105	106	104
19	20 18	106	107	105
20	21 19	107	108	106
21	22 20	108	109	107
22	23 21	109	110	108
23	24 22	110	111	109
24	25 23	111	112	110
25	26 24	112	113	111
26	27 25	113	114	112
27	28 26	114	115	113
28	29 27	115	116	114
29	30 28	116	117	115
30	31 29	117		116
31	32 30			
32	33 31			
33	34 32			
34	35 33 72			
35	36 34			
36	37 35			
37	38 36			
38	39 37			
39	40 38			
40	41 39			
41	42 40			
42	43 41			
43	44 42			
44	45 43			
45	44 104			
72	73 34			
73	74 72			
74	75 73			
75	76 74			
76	77 75			
77	78 76			
78	79 77			
79	80 78			
80	81 79			
81	82 80			
82	83 81			
83	84 82			

Iteração Algorítmica - 15

VÉRTICE	Vértices Adjacentes	85	84
16	17	104	105 45
17	18 16	105	106 104
18	19 17	106	107 105
19	20 18	107	108 106
20	21 19	108	109 107
21	22 20	109	110 108
22	23 21	110	111 109
23	24 22	111	112 110
24	25 23	112	113 111
25	26 24	113	114 112
26	27 25	114	115 113
27	28 26	115	116 114
28	29 27	116	115
29	30 28		
30	31 29		
31	32 30		
32	33 31		
33	34 32		
34	35 33		
35	36 34		
36	37 35		
37	38 36		
38	39 37		
39	40 38		
40	41 39		
41	42 40		
42	43 41		
43	44 42		
44	45 43		
45	44 104		
72	73 34		
73	74 72		
74	75 73		
75	76 74		
76	77 75		
77	78 76		
78	79 77		
79	80 78		
80	81 79		
81	82 80		
82	83 81		
83	84 82		
84	85 83		

Iteração Algorítmica - 16

VÉRTICE	Vértices Adjacentes	105	106	104
17	18	106	107	105
18	19 17	107	108	106
19	20 18	108	109	107
20	21 19	109	110	108
21	22 20	110	111	109
22	23 21	111	112	110
23	24 22	112	113	111
24	25 23	113	114	112
25	26 24	114	115	113
26	27 25	115	114	
27	28 26			
28	29 27			
29	30 28			
30	31 29			
31	32 30			
32	33 31			
33	34 32			
34	35 33 72			
35	36 34			
36	37 35			
37	38 36			
38	39 37			
39	40 38			
40	41 39			
41	42 40			
42	43 41			
43	44 42			
44	45 43			
45	44 104			
72	73 34			
73	74 72			
74	75 73			
75	76 74			
76	77 75			
77	78 76			
78	79 77			
79	80 78			
80	81 79			
81	82 80			
82	83 81			
83	84 82			
84	83			
104	105 45			

Iteração Algorítmica - 17

VÉRTICE	Vértices Adjacentes	107	108	106
18	19	108	109	107
19	20 18	109	110	108
20	21 19	110	111	109
21	22 20	111	112	110
22	23 21	112	113	111
23	24 22	113	114	112
24	25 23	114	113	
25	26 24			
26	27 25			
27	28 26			
28	29 27			
29	30 28			
30	31 29			
31	32 30			
32	33 31			
33	34 32			
34	35 33 72			
35	36 34			
36	37 35			
37	38 36			
38	39 37			
39	40 38			
40	41 39			
41	42 40			
42	43 41			
43	44 42			
44	45 43			
45	44 104			
72	73 34			
73	74 72			
74	75 73			
75	76 74			
76	77 75			
77	78 76			
78	79 77			
79	80 78			
80	81 79			
81	82 80			
82	83 81			
83	82			
104	105 45			
105	106 104			
106	107 105			

Iteração Algorítmica - 18

VÉRTICE	Vértices Adjacentes	109	110	108
19	20	110	111	109
20	21 19	111	112	110
21	22 20	112	113	111
22	23 21	113	112	
23	24 22			
24	25 23			
25	26 24			
26	27 25			
27	28 26			
28	29 27			
29	30 28			
30	31 29			
31	32 30			
32	33 31			
33	34 32			
34	35 33 72			
35	36 34			
36	37 35			
37	38 36			
38	39 37			
39	40 38			
40	41 39			
41	42 40			
42	43 41			
43	44 42			
44	45 43			
45	44 104			
72	73 34			
73	74 72			
74	75 73			
75	76 74			
76	77 75			
77	78 76			
78	79 77			
79	80 78			
80	81 79			
81	82 80			
82	81			
104	105 45			
105	106 104			
106	107 105			
107	108 106			
108	109 107			

Iteração Algorítmica - 19

VÉRTICE	Vértices Adjacentes	111	112	110
20	21	112	111	
21	22 20			
22	23 21			
23	24 22			
24	25 23			
25	26 24			
26	27 25			
27	28 26			
28	29 27			
29	30 28			
30	31 29			
31	32 30			
32	33 31			
33	34 32			
34	35 33 72			
35	36 34			
36	37 35			
37	38 36			
38	39 37			
39	40 38			
40	41 39			
41	42 40			
42	43 41			
43	44 42			
44	45 43			
45	44 104			
72	73 34			
73	74 72			
74	75 73			
75	76 74			
76	77 75			
77	78 76			
78	79 77			
79	80 78			
80	81 79			
81	80			
104	105 45			
105	106 104			
106	107 105			
107	108 106			
108	109 107			
109	110 108			
110	111 109			

Iteração Algorítmica - 20

VÉRTICE	Vértices Adjacentes	
21	22	
22	23	21
23	24	22
24	25	23
25	26	24
26	27	25
27	28	26
28	29	27
29	30	28
30	31	29
31	32	30
32	33	31
33	34	32
34	35	33
35	36	34
36	37	35
37	38	36
38	39	37
39	40	38
40	41	39
41	42	40
42	43	41
43	44	42
44	45	43
45	44	104
72	73	34
73	74	72
74	75	73
75	76	74
76	77	75
77	78	76
78	79	77
79	80	78
80	79	
104	105	45
105	106	104
106	107	105
107	108	106
108	109	107
109	110	108
110	111	109
111	110	

Iteração Algorítmica - 21

VÉRTICE	Vértices Adjacentes		
22	23		
23	24	22	
24	25	23	
25	26	24	
26	27	25	
27	28	26	
28	29	27	
29	30	28	
30	31	29	
31	32	30	
32	33	31	
33	34	32	
34	35	33	72
35	36	34	
36	37	35	
37	38	36	
38	39	37	
39	40	38	
40	41	39	
41	42	40	
42	43	41	
43	44	42	
44	45	43	
45	44	104	
72	73	34	
73	74	72	
74	75	73	
75	76	74	
76	77	75	
77	78	76	
78	79	77	
79	78		
104	105	45	
105	106	104	
106	107	105	
107	108	106	
108	109	107	
109	110	108	
110	109		

Iteração Algorítmica - 22

VÉRTICE	Vértices Adjacentes	
23	24	
24	25	23
25	26	24
26	27	25
27	28	26
28	29	27
29	30	28
30	31	29
31	32	30
32	33	31
33	34	32
34	35	33 72
35	36	34
36	37	35
37	38	36
38	39	37
39	40	38
40	41	39
41	42	40
42	43	41
43	44	42
44	45	43
45	44	104
72	73	34
73	74	72
74	75	73
75	76	74
76	77	75
77	78	76
78	77	
104	105	45
105	106	104
106	107	105
107	108	106
108	109	107
109	108	

Iteração Algorítmica - 23

VÉRTICE	Vértices Adjacentes		
24	25		
25	26	24	
26	27	25	
27	28	26	
28	29	27	
29	30	28	
30	31	29	
31	32	30	
32	33	31	
33	34	32	
34	35	33	72
35	36	34	
36	37	35	
37	38	36	
38	39	37	
39	40	38	
40	41	39	
41	42	40	
42	43	41	
43	44	42	
44	45	43	
45	44	104	
72	73	34	
73	74	72	
74	75	73	
75	76	74	
76	77	75	
77	76		
104	105	45	
105	106	104	
106	107	105	
107	108	106	
108	107		

Iteração Algorítmica - 24

VÉRTICE	Vértices Adjacentes		
25	26		
26	27	25	
27	28	26	
28	29	27	
29	30	28	
30	31	29	
31	32	30	
32	33	31	
33	34	32	
34	35	33	72
35	36	34	
36	37	35	
37	38	36	
38	39	37	
39	40	38	
40	41	39	
41	42	40	
42	43	41	
43	44	42	
44	45	43	
45	44	104	
72	73	34	
73	74	72	
74	75	73	
75	76	74	
76	75		
104	105	45	
105	106	104	
106	107	105	
107	106		

Iteração Algorítmica - 25

VÉRTICE	Vértices Adjacentes		
26	27		
27	28	26	
28	29	27	
29	30	28	
30	31	29	
31	32	30	
32	33	31	
33	34	32	
34	35	33	72
35	36	34	
36	37	35	
37	38	36	
38	39	37	
39	40	38	
40	41	39	
41	42	40	
42	43	41	
43	44	42	
44	45	43	
45	44	104	
72	73	34	
73	74	72	
74	75	73	
75	74		
104	105	45	
105	106	104	
106	105		

Iteração Algorítmica - 26

VÉRTICE	Vértices Adjacentes		
27	28		
28	29	27	
29	30	28	
30	31	29	
31	32	30	
32	33	31	
33	34	32	
34	35	33	72
35	36	34	
36	37	35	
37	38	36	
38	39	37	
39	40	38	
40	41	39	
41	42	40	
42	43	41	
43	44	42	
44	45	43	
45	44	104	
72	73	34	
73	74	72	
74	73		
104	105	45	
105	104		

Iteração Algorítmica - 27

VÉRTICE	Vértices Adjacentes		
28	29		
29	30	28	
30	31	29	
31	32	30	
32	33	31	
33	34	32	
34	35	33	72
35	36	34	
36	37	35	
37	38	36	
38	39	37	
39	40	38	
40	41	39	
41	42	40	
42	43	41	
43	44	42	
44	45	43	
45	44	104	
72	73	34	
73	72		
104	45		

Iteração Algorítmica - 28

VÉRTICE	Vértices Adjacentes		
29	30		
30	31	29	
31	32	30	
32	33	31	
33	34	32	
34	35	33	72
35	36	34	
36	37	35	
37	38	36	
38	39	37	
39	40	38	
40	41	39	
41	42	40	
42	43	41	
43	44	42	
44	45	43	
45	44		
72	34		

Iteração Algorítmica - 29

VÉRTICE	Vértices Adjacentes		
30	31		
31	32	30	
32	33	31	
33	34	32	
34	35	33	
35	36	34	
36	37	35	
37	38	36	
38	39	37	
39	40	38	
40	41	39	
41	42	40	
42	43	41	
43	44	42	
44	43		

Iteração Algorítmica - 30

VÉRTICE	Vértices Adjacentes	
31	32	
32	33	31
33	34	32
34	35	33
35	36	34
36	37	35
37	38	36
38	39	37
39	40	38
40	41	39
41	42	40
42	43	41
43	42	

Iteração Algorítmica - 31

VÉRTICE	Vértices Adjacentes	
32	33	
33	34	32
34	35	33
35	36	34
36	37	35
37	38	36
38	39	37
39	40	38
40	41	39
41	42	40
42	41	

Iteração Algorítmica - 32

VÉRTICE	Vértices Adjacentes	
33	34	
34	35	33
35	36	34
36	37	35
37	38	36
38	39	37
39	40	38
40	41	39
41	40	

Iteração Algorítmica - 33

VÉRTICE	Vértices Adjacentes	
34	35	
35	36	34
36	37	35
37	38	36
38	39	37
39	40	38
40	39	

Iteração Algorítmica - 34

VÉRTICE	Vértices Adjacentes	
35	36	
36	37	35
37	38	36
38	39	37
39	38	

Iteração Algorítmica - 35

VÉRTICE	Vértices Adjacentes	
36	37	
37	38	36
38	37	

Iteração Algorítmica - 36

VÉRTICE	Vértices Adjacentes
37	

APÊNDICE 3 - Consultas à Base de Dados - E-193

Águas Mornas

CONSULTA

```

SELECT DISTINCT b.id_ocorrencia, i.nm_tp_emergencia, b.dt_ocorrencia, a.id_viatura, de_inicial, h.nm_logradouro,
nm_referencia,
                substring((((dt_tm_chg_ocor - tm_ocorrencia)::time)::varchar),1,8) AS tempo_resposta
FROM empenho_viaturas AS a
                JOIN ocorrencias AS b ON (a.id_ocorrencia = b.id_ocorrencia AND a.id_cidade = b.id_cidade)
                JOIN logradouros AS h ON (b.id_logradouro = h.id_logradouro AND a.id_cidade = h.id_cidade)
                JOIN tp_emergencia AS i USING (id_tp_emergencia)
WHERE b.dt_ocorrencia BETWEEN '2012-01-01' AND '2012-12-31' AND b.id_cidade = 8011 AND id_tp_emergencia !=7
AND                id_tp_emergencia !=9 AND id_tp_emergencia !=2
ORDER BY b.id_ocorrencia;

```

RESULTADO

CÓD	TIPO	DATA	VIATURA	OCORRÊNCIA	ENDEREÇO	REFERÊNCIA	TEMPO RESPOSTA
104306	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-01-14	ASU-195	COLISÃO COM VITIMA.	BR 282		00:41:04
104383	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-01-15	ATM-085	VEICULO DE PASSEIO TOMBOU DENTRO DE RIO	GERAL ÁGUAS MORNAS - 8685		00:08:23
105042	INCÊNDIO	2012-01-28	ABS-02	INCENDIO EM RESIDENCIA	SANTA CRUZ DA FIGUEIRA - 8684	FIGUEIRA	00:27:36
105042	INCÊNDIO	2012-01-28	ABTR-028	INCENDIO EM RESIDENCIA	SANTA CRUZ DA FIGUEIRA - 8684	FIGUEIRA	00:42:39
105042	INCÊNDIO	2012-01-28	ACA-001	INCENDIO EM RESIDENCIA	SANTA CRUZ DA FIGUEIRA - 8684	FIGUEIRA	
105661	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-02-07	ABTR-028	COLISÃO COM VÍTIMA PRESA.	BR 282	KM 45	00:42:21
105661	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-02-07	ASU-195	COLISÃO COM VÍTIMA PRESA.	BR 282	KM 45	00:16:59
105661	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-02-07	ATM-75	COLISÃO COM VÍTIMA PRESA.	BR 282	KM 45	00:42:33
107024	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-03-02	ABTR-028	CAMINHÃO SAIU DA PISTA DE ROLAMENTO, VÍTIMA PRESA EM FERRAGENS.	BR 282	KM 44 AGUAS MORNAS	00:21:10
108582	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-03-30	ARCANJO-01	VITIMA DE ATROPELAMENTO	GERAL ÁGUAS MORNAS - 8685	CAMPO DE FUTEBOL	00:57:25
108590	ATENDIMENTO PRÉ-HOSPITALAR	2012-03-30	ASU-195	QUEDA DE MOTOQUEIRO	FAZ.SACRAMENTO		00:54:29
109610	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-04-21	ARCANJO-01	APOIO AO SAMU	ESCRAVO FRANCISCO TOLENTIN DE LEMOS	KM 07	01:25:17
110127	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-05-03	ARCANJO-01	COLISÃO ENTRE DUAS MOTOS	BR 282	KM 30	00:08:10
111322	ATENDIMENTO PRÉ-HOSPITALAR	2012-05-28	ASU-195	MAL SUBTO	GERAL ÁGUAS MORNAS - 8685		00:02:11
111372	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-05-29	ASU-195	COLISAO DE MOTO	GERAL VARGEM GRANDE	2 IGREJAS	00:55:12
111506	ATENDIMENTO PRÉ-HOSPITALAR	2012-06-01	ASU-195	MASCULINO BALEADO.	GERAL ÁGUAS MORNAS - 8685	COLEGIO ADVENTISTA	
112076	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-06-16	ASU-195	COLISAO COM VITIMA	BR 282 - 8681		00:10:01
112111	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-06-16	ASU-195	QUEDA DE MOTO	BR 282	KM 46 A 48	00:17:49
112214	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-06-20	ASU-195	COLISAO AUTOMOVEL	BR 282 - 8681	TREVO DA VARGEM GRANDE	00:24:49
112280	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-06-22	ABTR-028	COLISAO COM VITIMA	BR 282	CANTO RIO GASPAR	00:14:12
112280	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-06-22	ASU-250	COLISAO COM VITIMA	BR 282	CANTO RIO GASPAR	00:32:14
112280	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-06-22	ATM 75	COLISAO COM VITIMA	BR 282	CANTO RIO GASPAR	00:19:44
112302	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-06-23	ABTR-028	CAPOTAMENTO	BR 282 - 8681		00:05:36
113041	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-07-07	ABTR-028	ACIDENTE COM VITIMA PRESAS AS FERRAGENS	GERAL ÁGUAS MORNAS - 8685	KM 04	00:26:38
113041	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-07-07	ASU-250	ACIDENTE COM VITIMA PRESAS AS FERRAGENS	GERAL ÁGUAS MORNAS - 8685	KM 04	00:36:13
113041	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-07-07	ATM 75	ACIDENTE COM VITIMA PRESAS AS FERRAGENS	GERAL ÁGUAS MORNAS - 8685	KM 04	00:35:58
113041	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-07-07	ATM-085	ACIDENTE COM VITIMA PRESAS AS FERRAGENS	GERAL ÁGUAS MORNAS - 8685	KM 04	
113398	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-07-16	ABTR-028	CAPOTAMENTO	BR 282	KM 48	00:19:59
113894	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-07-29	ASU-195	COLISAO COM UMA VITIMA	BR 282	KM 54	
113897	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-07-29	ABTR-028	COLISAO ENTRE DOIS VEICULOS, SENDO QUE A VITIMA ESTA COM	BR 282	EM FRENTE POSTO SERRA	00:15:34

			MEMBROS INFERIORES PRESO EM FERRAGENS.		MAR	
113897	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-07-29	ACA-001	COLISAO ENTRE DOIS VEICULOS, SENDO QUE A VITIMA ESTA COM MEMBROS INFERIORES PRESO EM FERRAGENS.	BR 282	EM FRENTE POSTO SERRA MAR 00:23:37
113897	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-07-29	ASU-250	COLISAO ENTRE DOIS VEICULOS, SENDO QUE A VITIMA ESTA COM MEMBROS INFERIORES PRESO EM FERRAGENS.	BR 282	EM FRENTE POSTO SERRA MAR
114619	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-08-15	ABTR-028	COLISAO ENTRE DOIS VEICULOS, SENDO 1 VITIMA PRESSA EM FERRAGENS.	BR 282	KM 52 00:46:21
114619	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-08-15	ACA-001	COLISAO ENTRE DOIS VEICULOS, SENDO 1 VITIMA PRESSA EM FERRAGENS.	BR 282	KM 52 00:46:14
114682	INCÊNDIO	2012-08-17	ABTR-028	PRINCIPIO DE INCENDIO EM RESIDENCIA MISTA.	PEDRO KUHNEN	PROX FABRICA ROYAL PARQUE 00:19:11
114806	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-08-19	ASU-195	COLISAO ENVOLVENDO MOTO	GERAL ÁGUAS MORNAS - 8685	ENTRADA DE AGUAS MORNAS 00:02:23
115691	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-09-08	ARCANJO-01	COLISAO DE VEICULO COM MURO	BR 282 - 8681	TRECHO ENTRE AGUAS MORNAS E SAO BONIFÁCIO 01:25:17
115993	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-09-15	ASU-195	COLISÃO COM VÍTIMA.	GERAL FAZENDA DO SACRAMENTO I	RESTAURANTE DO SAULO 00:14:55
116521	INCÊNDIO	2012-09-26	ABTR-025	INCÊNDIO EM UM DEPÓSITO DE CARVÃO.	GERAL ÁGUAS MORNAS - 8685	DEPÓSITO DE CARVÃO 01:03:16
116521	INCÊNDIO	2012-09-26	ABTR-028	INCÊNDIO EM UM DEPÓSITO DE CARVÃO.	GERAL ÁGUAS MORNAS - 8685	DEPÓSITO DE CARVÃO 00:25:27
116521	INCÊNDIO	2012-09-26	ACA-001	INCÊNDIO EM UM DEPÓSITO DE CARVÃO.	GERAL ÁGUAS MORNAS - 8685	DEPÓSITO DE CARVÃO 01:03:11
116521	INCÊNDIO	2012-09-26	AT-06	INCÊNDIO EM UM DEPÓSITO DE CARVÃO.	GERAL ÁGUAS MORNAS - 8685	DEPÓSITO DE CARVÃO
116558	INCÊNDIO	2012-09-26	ABTR-028	RESCALDO NA FRABIDA DE CARVÃO BOM DE BRASA/ ATROPELAMENTO CRIANÇA 7 T. C.E	GERAL FAZENDA DO SACRAMENTO I	APOS ROYAL PARK 01:01:57
118300	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-11-08	ARCANJO-01	ATROPELAMENTO CRIANÇA 7 T. C.E	ÁGUAS MORNAS-CENTRO - 8698	00:23:38
118422	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-11-11	ACA 01	COLISAO COM VITIMA PRESA EM FERRAGENS	BR 282 - 8681	TREVO DE AGUAS MORNAS 00:39:41
118422	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-11-11	ATM-75	COLISAO COM VITIMA PRESA EM FERRAGENS	BR 282 - 8681	TREVO DE AGUAS MORNAS 00:20:16
118876	ATENDIMENTO PRÉ-HOSPITALAR	2012-11-22	ARCANJO-01	APOIO AO SAMU.	BR 282	00:00:59
119405	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-12-03	ASU-195	COLISAO COM E VEICULOS, VARIAS VITIMAS.	BR 282 - 8681	APOS TREVO DE AGUAS MORNAS 00:11:21
119505	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-12-05	ASU-195	QUEDA DE MOTO	GERAL ÁGUAS MORNAS - 8685	FRENTE AO COLEGIO 00:13:18
119747	ATENDIMENTO PRÉ-HOSPITALAR	2012-12-09	ASU-250	QUEDA DE NIVEL	GERAL VARGEM GRANDE	PARQUE AQUATICO SOL DE VERA0 01:35:30

Alfredo Wagner

CONSULTA

```

SELECT DISTINCT b.id_ocorrencia, i.nm_tp_emergencia, b.dt_ocorrencia, a.id_viatura, de_inicial, h.nm_logradouro,
nm_referencia,
                substring((((dt_tm_chg_ocor - tm_ocorrencia)::time)::varchar,1,8) AS tempo_resposta
FROM empenho_viaturas AS a
                JOIN ocorrencias AS b ON (a.id_ocorrencia = b.id_ocorrencia AND a.id_cidade = b.id_cidade)
                JOIN logradouros AS h ON (b.id_logradouro = h.id_logradouro AND a.id_cidade = h.id_cidade)
                JOIN tp_emergencia AS i USING (id_tp_emergencia)
WHERE b.dt_ocorrencia BETWEEN '2012-01-01' AND '2012-12-31' AND b.id_cidade = 8013 AND id_tp_emergencia !=7
AND                id_tp_emergencia !=9 AND id_tp_emergencia !=2
ORDER BY b.id_ocorrencia;

```

RESULTADO

CÓD	TIPO	DATA	VIATURA	OCORRÊNCIA	ENDEREÇO	REFERÊNCI A	TEMPO RESPOSTA
31795	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-01-14	ABRPP-001	SAIDA DE PISTA	GERAL RIO ENGANO - 10533	SERRA GRANDE	00:14:06
32491	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-02-18	ASU-100	ACIDENTE DE TRANSITO.	GERAL RIO ENGANO	CURVA DA JARARACA	
34987	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-06-18	ASU-100	TOMBAMENTO DE CAMINHÃO	SC 302	CURVA DA JARARACA	00:22:34
35511	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-07-15	ASU-100	ACIDENTE DE TRANSITO	GERAL RIO ENGANO	POSTO SW	00:01:27
36121	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-08-17	ABRPP-001	OBS.: OCORRENCIA GERADA INTEMPESTIVAMENTE DECORRENTE SISTEMA INOPERANTE CARRO X CARRO	SC 302	CURVA DA JARARACA	00:36:47
36411	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-09-02	ASU-100	QUEDA DE VEÍCULO EM RIBANCEIRA.	GERAL RIO ENGANO		00:39:25
36418	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-09-02	ASU-100	ACIDENTE DE TRÂNSITO.	GERAL RIO ENGANO	CURVA JARARACA	00:53:53
37043	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-10-06	ASU-100	CARRO X MOTO	GERAL RIO ENGANO	MERCADO	00:45:02
37093	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-10-08	ASU-100	MASC QUEDA DE MOTOCICLETA	SC 302	CURVA JARRARACA	00:57:03
37729	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-11-08	ASU-280	QUEDA DE MOTO.	SC 302	CURVA DA JARARACA	01:18:55
37811	ATENDIMENTO PRÉ-HOSPITALAR	2012-11-12	ASU-280	ATROPELAMENTO	GERAL RIO ENGANO - 10533	CURVA DA SERRA GRANDE	00:39:42
37859	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-11-14	ASU-280	ACIDENTE DE VEICULOS	GERAL RIO ENGANO	POSTO DO RIO ENGANO	00:44:11
38198	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-12-02	ASU-280	ACIDENTE DE TRANSITO.	SC 302		01:22:42
38375	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-12-09	ASU-280	QUEDA DE NUIU	SC 302	CURVA JARARACA	01:06:18
48406	INCÊNDIO	2012-12-11	ABT-67	INCENDIO EM REISDÊNCIA OCORRÊNCIA GERADO COM ATRASO SISTEMA FORA DO AR NO DIA.	BR 282	KM 111	08:37:25
104488	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-01-17	ARCANJO-02	COLISÃO.	ALFREDO WAGNER - CENTRO		00:02:09
109543	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-04-20	ARCANJO-01	OCORRENCIA VIA SAMU. COLISÃO COM VITIMAS EM ALFREDO WAGNER.	ALFREDO WAGNER - CENTRO		00:21:02
110896	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-05-19	ABTR-028	COLISAO COM VITIMA PRESA NAS FERRAGENS.	BR 282	POSTO ECONOMICO	01:02:26
110896	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-05-19	ARCANJO-01	COLISAO COM VITIMA PRESA NAS FERRAGENS.	BR 282	POSTO ECONOMICO	01:02:29
110896	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-05-19	ATM 75	COLISAO COM VITIMA PRESA NAS FERRAGENS.	BR 282	POSTO ECONOMICO	
114967	ATENDIMENTO PRÉ-HOSPITALAR	2012-08-23	ARCANJO-01	FEMI CARDIACA TRANSLADO PARA H R SJ	ALFREDO WAGNER - CENTRO	BASE DO SAMU	01:38:27
116482	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-09-25	ASU-250	COLISAO ENTRE VEICULOS	BR 282		00:52:50
116690	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-09-30	ABTR-028	CAPOTAMENTO		282 KM 94	
116690	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-09-30	ACA-001	CAPOTAMENTO		282 KM 94	
116690	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-09-30	ARCANJO-01	CAPOTAMENTO		282 KM 94	
117069	ATENDIMENTO PRÉ-HOSPITALAR	2012-10-09	ARCANJO-01	TRAUMA ABDOMINAL	ALFREDO WAGNER - CENTRO	PRAÇA CENTRAL	01:15:30
117635	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-10-23	ATM-75	VITIMA PRESA EM FERRAGEM. OCORRENCIA REPASSADA PELO SAMU.	BR 282	SERRARIA DO DALMO	
118237	ATENDIMENTO PRÉ-HOSPITALAR	2012-11-07	ARCANJO-01	APOIO AO SAMU.	ALFREDO WAGNER - CENTRO	CENTRO	01:45:25
118775	ATENDIMENTO PRÉ-HOSPITALAR	2012-11-19	ARCANJO-01	APOIO AO SAMU -	CLAUDINO MARIOTTI		
119010	ATENDIMENTO PRÉ-HOSPITALAR	2012-11-25	ARCANJO-01	TRANSPORTE DE UMA VITIMA DA CIDADE DE ALFREDO WAGNER PARA FLORIANOPOLIS	ALFREDO WAGNER - CENTRO		04:25:16

119875 INCÊNDIO	2012-12-12 ABTR-28	INCENDIO EM RESIDENCIA	BR 282	K 111
119875 INCÊNDIO	2012-12-12 ACA 01	INCENDIO EM RESIDENCIA	BR 282	K 111

Angelina

CONSULTA

```

SELECT DISTINCT b.id_ocorrencia, i.nm_tp_emergencia, b.dt_ocorrencia, a.id_viatura, de_inicial, h.nm_logradouro,
nm_referencia,
                substring((((dt_tm_chg_ocor - tm_ocorrencia)::time)::varchar),1,8) AS tempo_resposta
FROM empenho_viaturas AS a
                JOIN ocorrencias AS b ON (a.id_ocorrencia = b.id_ocorrencia AND a.id_cidade = b.id_cidade)
                JOIN logradouros AS h ON (b.id_logradouro = h.id_logradouro AND a.id_cidade = h.id_cidade)
                JOIN tp_emergencia AS i USING (id_tp_emergencia)
WHERE b.dt_ocorrencia BETWEEN '2012-01-01' AND '2012-12-31' AND b.id_cidade = 8017 AND id_tp_emergencia !=7
AND                id_tp_emergencia !=9 AND id_tp_emergencia !=2
ORDER BY b.id_ocorrencia;

```

RESULTADO

CÓD	TIPO	DATA	VIATURA	OCORRÊNCIA	ENDEREÇO	REFERÊNCIA	TEMPO RESPOSTA
106450	ATENDIMENTO PRÉ-HOSPITALAR	2012-02-21	ARCANJO-02	CRIANÇA COM CONVULSÃO.	GERAL ANGELINA		01:17:47
106994	ATENDIMENTO PRÉ-HOSPITALAR	2012-03-02	ARCANJO-02	AVC.	ANGELINA		00:01:48
111093	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-05-23	ARCANJO-01	COLISÃO ENTRE UMA CAMINHONETE E UM GOL, VÍTIMA CONSCIENTE, COM FERIMENTOS NA FACE.	ANGELINA	PROXIMO A IGREJA APROXIMADAMENTE 30 KM DE SÃO PEDRO	00:18:09
111097	ATENDIMENTO PRÉ-HOSPITALAR	2012-05-23	ARCANJO-01	DESLOCAMENTO A CIDADE DE BOM JARDIM DA SERRA ATENDIMENTO A MASCULINO COM FRATURA DE FEMUR	GERAL ANGELINA		00:41:15
112629	ATENDIMENTO PRÉ-HOSPITALAR	2012-06-30	ARCANJO-01	VÍTIMA DE QUEDA DE NÍVEL	GARCIA -ANGELINA	GERAL BAIRRO GARCIA	00:33:47
117328	ATENDIMENTO PRÉ-HOSPITALAR	2012-10-16	ARCANJO-01	TRANSPORTE REPASSADO PELO SAMU.	FREI HONORATO BRUGGEMANN		
117913	ATENDIMENTO PRÉ-HOSPITALAR	2012-10-30	ARCANJO-01	TRANSPORTE DE PACIENTE.....	ANGELINA		00:43:29
119489	SALVAMENTO/BUSCA/RESGATE	2012-12-05	ACA 01	CARRO CAIU EM RIO, UMA PESSOA DESAPARECIDA. TEL: 4052-9878 RAMAL: 2101	GARCIA -ANGELINA	BARRAGEM	02:08:08
119489	SALVAMENTO/BUSCA/RESGATE	2012-12-05	ATM-085	CARRO CAIU EM RIO, UMA PESSOA DESAPARECIDA. TEL: 4052-9878 RAMAL: 2101	GARCIA -ANGELINA	BARRAGEM	02:07:51

Anitápolis

CONSULTA

```

SELECT DISTINCT b.id_ocorrencia, i.nm_tp_emergencia, b.dt_ocorrencia, a.id_viatura, de_inicial, h.nm_logradouro,
nm_referencia,
                substring((((dt_tm_chg_ocor - tm_ocorrencia)::time)::varchar,1,8) AS tempo_resposta
FROM empenho_viaturas AS a
                JOIN ocorrencias AS b ON (a.id_ocorrencia = b.id_ocorrencia AND a.id_cidade = b.id_cidade)
                JOIN logradouros AS h ON (b.id_logradouro = h.id_logradouro AND a.id_cidade = h.id_cidade)
                JOIN tp_emergencia AS i USING (id_tp_emergencia)
WHERE b.dt_ocorrencia BETWEEN '2012-01-01' AND '2012-12-31' AND b.id_cidade = 8021 AND id_tp_emergencia !=7
AND                id_tp_emergencia !=9 AND id_tp_emergencia !=2
ORDER BY b.id_ocorrencia;

```

RESULTADO

CÓD	TIPO	DATA	VIATURA	OCORRÊNCIA	ENDEREÇO	REFERÊNCIA	TEMPO RESPOSTA
109405	ATENDIMENTO PRÉ-HOSPITALAR	2012-04-17	ARCANJO-01	TRANSLADO	GERAL ANITAPOLIS (COOP)	HOSPITAL DE ANITAPOLIS	00:56:58
111650	ATENDIMENTO PRÉ-HOSPITALAR	2012-06-05	ARCANJO-01	APOIO AO SAMU	GERAL ANITAPOLIS (COOP)		00:55:29
116700	ATENDIMENTO PRÉ-HOSPITALAR	2012-09-30	ARCANJO-01	ACIONADO PELO SAMU.....	GERAL ANITAPOLIS (COOP)		00:18:19

Rancho Queimado

CONSULTA

```

SELECT DISTINCT b.id_ocorrendia, i.nm_tp_emergencia, b.dt_ocorrendia, a.id_viatura, de_inicial, h.nm_logradouro,
nm_referencia,
                substring((((dt_tm_chg_ocor - tm_ocorrendia)::time)::varchar,1,8) AS tempo_resposta
FROM empenho_viaturas AS a
                JOIN ocorrendias AS b ON (a.id_ocorrendia = b.id_ocorrendia AND a.id_cidade = b.id_cidade)
                JOIN logradouros AS h ON (b.id_logradouro = h.id_logradouro AND a.id_cidade = h.id_cidade)
                JOIN tp_emergencia AS i USING (id_tp_emergencia)
WHERE b.dt_ocorrendia BETWEEN '2012-01-01' AND '2012-12-31' AND b.id_cidade = 8081 AND id_tp_emergencia !=7
AND                id_tp_emergencia !=9 AND id_tp_emergencia !=2
ORDER BY b.id_ocorrendia;
```

RESULTADO

CÓD	TIPO	DATA	VIATURA	OCORRÊNCIA	ENDEREÇO	REFERÊNCIA	TEMPO RESPOSTA
10472 1	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-01-21	ASU-195	CAPOTAMENTO	BR 282	TREVO DE RANCHO QUEIMADO	00:23:14
10655 7	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-02-23	ABTR-028	COLISAO ENTRE VEICULOS	BR 282 - 10345	KM 282 ANTES DA GRUTA	
10684 4	INCÊNDIO	2012-02-29	ABS-07	INCENDIO EM UMA CARRETA	BR 282 - 10344		
10684 4	INCÊNDIO	2012-02-29	ABTR-028	INCENDIO EM UMA CARRETA	BR 282 - 10344		
10684 4	INCÊNDIO	2012-02-29	ACA-001	INCENDIO EM UMA CARRETA	BR 282 - 10344		
10790 7	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-03-16	ABTR 32	COLISAO COM VITIMAS TRANSITO	BR 282 - 10345	KM 104-	01:41:37
10790 7	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-03-16	ACA-001	COLISAO COM VITIMAS TRANSITO	BR 282 - 10345	KM 104-	01:41:33
10827 2	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-03-23	ARCANJO-01	MASCULINO MENOR PASSANDO MAL , SENDO CONDUZIDO POR VEICULO PARTICULAR	RANCHO QUEIMADO-CTRO	TREVO RANCHO QUEIMADO . PATIO DO RESTAURAN	00:27:21
10870 6	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-04-01	ABTR-028	CAPOTAMENTO DE CAMINHÃO COM VITIMA PRESA EM FERRAGEM.	BR 282 - 10345	KM 45	00:27:20
10870 6	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-04-01	ASU-250	CAPOTAMENTO DE CAMINHÃO COM VITIMA PRESA EM FERRAGEM.	BR 282 - 10345	KM 45	
10870 6	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-04-01	ATM-75	CAPOTAMENTO DE CAMINHÃO COM VITIMA PRESA EM FERRAGEM.	BR 282 - 10345	KM 45	01:47:15
10872 6	ATENDIMENTO PRÉ-HOSPITALAR	2012-04-02	ARCANJO-01	INFARTO	GERAL TAQUARAS		00:18:29
11047 5	ATENDIMENTO PRÉ-HOSPITALAR	2012-05-10	ARCANJO-01	MASCULINO COM PCR	BR 282 - 10344	POSTO PRF	00:30:04
111350	ATENDIMENTO PRÉ-HOSPITALAR	2012-05-29	ARCANJO-01	PARADA CARDIO RESPIRATORIA	RANCHO QUEIMADO-CTRO	POSTO PRF	00:25:29
111444	ATENDIMENTO PRÉ-HOSPITALAR	2012-05-31	ARCANJO-01	CHOQUE IPOVOLEMICO	BR 282 - 10345		01:50:40
111925	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-06-12	ARCANJO-01	COLISÃO COM VÍTIMAS NO KM 91 PRÓX. A ALFREDO WAGNER.	BR 282 - 10345	KM 90	00:32:13
11369 0	INCÊNDIO	2012-07-23	ABS-02	INCENDIO EM VEICULO	BR 282 - 10344	ANTES DA ENTRADA DE RANCHO QUEIMADO	00:45:51
11589 0	ATENDIMENTO PRÉ-HOSPITALAR	2012-09-13	ARCANJO-01	AUXILIO A AMBULANCIA DO SAMU.	BR 282	PROXIMO PORTAL TURISTICO	00:49:19
11610 4	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-09-18	ABTR-028	COLISÃO COM VITIMA PRESA.	BR 282 - 10345		00:29:15
11610 4	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-09-18	ACA-001	COLISÃO COM VITIMA PRESA.	BR 282 - 10345		00:44:59
11717 2	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-10-11	ASU-195	COLISAO COM VITIMAS	BR 282 - 10345	PROX. A ALFREDO WAGNER (KM 87)	01:15:20
11736 8	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-10-17	ATM-75	ACIDENTE DE TRANSITO	BR 282 - 10345	KM 42	00:01:31
11757 6	ATENDIMENTO PRÉ-HOSPITALAR	2012-10-22	ARCANJO-01	PCR.	RANCHO QUEIMADO-CTRO	FABRICA PUREZA	01:39:30
11786 5	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-10-29	ARCANJO-01	VITIMA DE PRESA NAS FERAGENS	BR 282 - 10344	7 KM DEPOIS DO POSTO DE RANCHO QUEIMADO	00:36:26
11786 5	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-10-29	ATM-75	VITIMA DE PRESA NAS FERAGENS	BR 282 - 10344	7 KM DEPOIS DO POSTO DE RANCHO QUEIMADO	00:36:26
11801 9	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-11-02	ATM-75	OBTIDO PRESO EM FERRAGENS.	BR 282	TREVO ALTO BOA VISTA	01:17:22
12006 4	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-12-15	ABTR-28	ACIDENTE COM VITIMAS PRESA EM FERRAGENS	BR 282 - 10345	MORRO DA BOA VISTA	

12006 4	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-12-15	ACA 01	ACIDENTE COM VITIMAS FERRAGENS	PRESA EM	BR 282 - 10345	MORRO DA BOA VISTA	
12006 4	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-12-15	ARCANJO- 01	ACIDENTE COM VITIMAS FERRAGENS	PRESA EM	BR 282 - 10345	MORRO DA BOA VISTA	
12006 4	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-12-15	ASU-250	ACIDENTE COM VITIMAS FERRAGENS	PRESA EM	BR 282 - 10345	MORRO DA BOA VISTA	00:37:24

São Bonifácio

CONSULTA

```

SELECT DISTINCT b.id_ocorrencia, i.nm_tp_emergencia, b.dt_ocorrencia, a.id_viatura, de_inicial, h.nm_logradouro,
nm_referencia,
                substring((((dt_tm_chg_ocor - tm_ocorrencia)::time)::varchar,1,8) AS tempo_resposta
FROM empenho_viaturas AS a
                JOIN ocorrencias AS b ON (a.id_ocorrencia = b.id_ocorrencia AND a.id_cidade = b.id_cidade)
                JOIN logradouros AS h ON (b.id_logradouro = h.id_logradouro AND a.id_cidade = h.id_cidade)
                JOIN tp_emergencia AS i USING (id_tp_emergencia)
WHERE b.dt_ocorrencia BETWEEN '2012-01-01' AND '2012-12-31' AND b.id_cidade = 8313 AND id_tp_emergencia !=7
AND                id_tp_emergencia !=9 AND id_tp_emergencia !=2
ORDER BY b.id_ocorrencia;

```

RESULTADO

CÓD	TIPO	DATA	VIATURA	OCORRÊNCIA	ENDEREÇO	REFERÊNCIA	TEMPO RESPOSTA
103717	ATENDIMENTO PRÉ-HOSPITALAR	2012-01-03	ARCANJO-02	APOIO AO SAMUR	GERAL S BONIFACIO(COOPERATIVA)	HOSPITAL	00:37:45
108609	SALVAMENTO/BUSCA/RESGATE	2012-03-31	ATM-085	BUSCA DE DE MASCULINO IDOSO 79 ANOS DESAPARECIDO DESDE DAS 17 HORAS.	GERAL RIO BLEMA		01:23:02
109788	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-04-25	ARCANJO-01	COLISÃO COM VITIMAS.	CENTRO SÃO BONIFACIO (COOP) - 51753	SERRA DA BOA VISTA	00:21:09
115712	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-09-09	ABTR-028	CARRO CAIU DE UMA PONTE.	FRANCISCO HAVERROTH (COOP)		01:32:13
115712	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-09-09	ACA-001	CARRO CAIU DE UMA PONTE.	FRANCISCO HAVERROTH (COOP)		01:58:23
115712	ACIDENTE DE TRÂNSITO	2012-09-09	ATM-085	CARRO CAIU DE UMA PONTE.	FRANCISCO HAVERROTH (COOP)		01:58:26