

**POLÍCIA MILITAR DE MINAS GERAIS  
ACADEMIA DE POLÍCIA MILITAR  
CENTRO DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**

**CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM SEGURANÇA PÚBLICA**

**MONITORAMENTO DE VIATURAS DA POLÍCIA MILITAR DE MINAS GERAIS  
POR MEIO DE SISTEMA DE POSICIONAMENTO GLOBAL (GPS) e do SISTEMA  
DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA GEOSITE GPS/AVL: aperfeiçoamento das  
atividades de coordenação, controle e gestão de frota**

**MARCKLEUBER FAGUNDES COSTA**

**Belo Horizonte**

**2013**

**MARCKLEUBER FAGUNDES COSTA**

**MONITORAMENTO DE VIATURAS DA POLÍCIA MILITAR DE MINAS GERAIS  
POR MEIO DE SISTEMA DE POSICIONAMENTO GLOBAL (GPS) e do SISTEMA  
DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA GEOSITE GPS/AVL: aperfeiçoamento das  
atividades de coordenação, controle e gestão de frota**

**Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Academia de Polícia Militar de Minas Gerais e à  
Escola de Governo da Fundação João Pinheiro como  
requisito parcial para obtenção do título de  
Especialista em Segurança Pública.**

**Orientador: Cel PM Neuza Maria Aparecida Mendes**

**Belo Horizonte**

**2013**

## **DEDICO**

À minha esposa, pelo companheirismo e compreensão durante o período de realização deste trabalho, momento em nos privamos, quase completamente, de nossa vida particular.

## **AGRADECIMENTO**

Acima de tudo a Deus, por me permitir buscar oportunidades para meu crescimento profissional;

A Polícia Militar de Minas Gerais, por me oferecer oportunidades para o meu crescimento profissional;

A minha orientadora, por contribuir para o meu crescimento profissional;

A minha esposa, por incentivar o meu crescimento profissional.

## RESUMO

O objetivo desta pesquisa é identificar as funcionalidades disponíveis na tecnologia de Sistema de Posicionamento Global (GPS) capazes de facilitar e potencializar a gestão administrativa e a coordenação e controle dos recursos operacionais. O Sistema GPS é composto por uma constelação de satélites que enviam sinais em direção a terra. Estes sinais são decodificados por receptores que identificam a posição do equipamento, a data, hora, velocidade e outras informações. Essa tecnologia pode ser utilizada para o monitoramento de veículos em atividades diversas, em especial a gestão da frota e coordenação e controle. Para realizar o monitoramento, além dos receptores GPS instalados nos veículos é necessário um sistema informatizado para receber os dados. Trata-se de pesquisa exploratória para a qual foi realizada uma pesquisa documental e bibliográfica através de documentação indireta, com bases teóricas específicas. Sobressai-se deste trabalho que além de ser útil para o melhor planejamento e controle operacional e administrativo, a utilização do GPS e do sistema de monitoramento poderá ser de grande valia para o policial militar em serviço, como meio de navegação, auxiliando-o a chegar mais rapidamente aos locais de ocorrência. Conclui-se que a utilização de receptores GPS de localização nas viaturas poderá facilitar e potencializar as ações de coordenação e controle na área operacional e a gestão de frota na área administrativa o que influenciará na qualidade dos serviços prestados pelas equipes motorizadas da PMMG.

Palavras-chave: Sistema de Posicionamento Global (GPS); GEOSITE; Coordenação e Controle.

## **ABSTRACT**

This research is aimed at identifying the available Global Positioning System (GPS) features capable of facilitating and leveraging administrative management and coordination as well as the controlling operational resources. The GPS System consists of a constellation of satellites sending signals towards Earth. In turn, these signals are decoded by receptors which identify the position, date, time, speed and other information of the device. Such technology may be used to monitor vehicles in several activities, such as the management of the fleet and its coordination and control. The monitoring of the vehicles requires a computerized system in order to receive the data, apart from the GPS receptors installed in the vehicles. This exploratory research was built on a documental and bibliographical research, through indirect documentation, based on specific theories. It was brought to attention that not only is GPS useful for better planning and operational and administrative control, but the tracking system can be of great value to the military policeman on duty, as a means of navigation for a quicker arrival at the crime scenes. In conclusion, the GPS tracking systems may simplify and enhance coordination and control actions in the operational area and the fleet management in the administrative area, which will influence the quality of services rendered by the PMMG (Military Police of Minas Gerais) motorized teams.

**Keywords:** Global Positioning System (GPS); GEOSITE; Coordination and Control.

## LISTA DE SIGLAS

AISP	Área Integrada de Segurança Pública
APM	Academia de Polícia Militar
AVL	Localização Automática de Veículo
BPM	Batalhão de Polícia Militar
CG	Comando-Geral da Polícia Militar
CIAD	Centro Integrado de Atendimento e Despacho
Cia PM Ind	Companhia de Polícia Militar Independente
CICOp	Centro Integrado de Comunicações Operacionais
COPOM	Centro de Operações da Polícia Militar
CPE	Comando de Policiamento Especializado
CPM	Corregedoria de Polícia Militar
CTPM	Colégio Tiradentes da Polícia Militar
DAL	Diretoria de Apoio Logístico
DGPS	Sistema de Posicionamento Global Diferencial
EMPM	Estado-Maior da Polícia Militar
GPS	Sistema de Posicionamento Global
MapCAD	Mapa do Controle de Atendimento e Despacho
MUB	Mapeamento Urbano Básico
PMMG	Polícia Militar de Minas Gerais
REDS	Registro de Eventos de Defesa Social
RISP	Região Integrada de Segurança Pública
RPM	Região de Polícia Militar
SIDS	Sistema Integrado de Defesa Social
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SOF	Sala de Operações da Fração
SOU	Sala de Operações da Unidade
UEAp	Unidade de Execução de Apoio
UEOp	Unidade de Execução Operacional
UDI	Unidade de Direção Intermediária
UE	Unidades Executoras
ZQC	Zona Quente de Criminalidade

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Constelação dos satélites GPS	16
FIGURA 2 – Área de interseção do sinal GPS	17
FIGURA 3 - Principais componentes de um receptor GPS	26
FIGURA 4 - Esquema de associação do Receptor GPS e um rastreador com seus periféricos para recursos adicionais	35
FIGURA 5 - Tela inicial para acesso ao Sistema GEOSITE	41
FIGURA 6 - Tela inicial do GEOSITE MUB	44
FIGURA 7 - Tela inicial do GEOSITE Geo-Estatística	45
FIGURA 8 - Mapa de pontos para análise criminal no GEOSITE Geo-Estatística	46
FIGURA 9 - Zona Quente de Criminalidade (ZQC) no GEOSITE Geo-Estatística	46
FIGURA 10 - Interface do GEOSITE MapCAD	47
FIGURA 11 – Chamadas de emergência acompanhadas no GEOSITE MapCAD	48
FIGURA 12 - Tela inicial do módulo GEOSITE GPS/AVL	50
FIGURA 13 - Posicionamento das viaturas com receptor GPS no GEOSITE GPS/AVL	51
FIGURA 14 – Exemplo de informações disponíveis sobre a viatura no GEOSITE GPS/AVL	52
FIGURA 15 – Histórico de posicionamento da viatura no GEOSITE GPS/AVL	53
FIGURA 16 – Histórico de deslocamento da viatura no GEOSITE GPS/AVL	53
FIGURA 17 – Recurso que permite criar ponto de controle no GEOSITE GPS/AVL	54
FIGURA 18 – Ponto de controle criado no GEOSITE GPS/AVL	55
FIGURA 19 – Recurso que permite criar cerca eletrônica no GEOSITE GPS/AVL	56
FIGURA 20 – Relatório de alertas no GEOSITE GPS/AVL	57
FIGURA 21 – Definição de rota para viatura no GEOSITE GPS/AVL	58
FIGURA 22 – Relatório de atividades de equipamentos no GEOSITE GPS/AVL	59
FIGURA 23 – Cadeia de Comando e Autoridades Organizacionais da PMMG	63
FIGURA 24 – Estrutura Organizacional da PMMG	63

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – Ações de coordenação e controle que podem ser realizadas através do módulo GEOSITE GPS/AVL em viaturas com receptor GPS de localização instalado	68
QUADRO 2 – Procedimentos com o fim de otimizar o uso e durabilidade das viaturas que podem ser realizadas através do módulo GEOSITE GPS/AVL em viaturas com receptor GPS de localização instalado	70
QUADRO 3 – Procedimentos com o fim de orientar e padronizar procedimentos do sistema de motomecanização da PMMG que podem ser realizadas através do módulo GEOSITE GPS/AVL em viaturas com receptor GPS de localização instalado.	72
QUADRO 4: Ações previstas na Diretriz nº 3.02.02/09-CG (coordenação e controle), o tipo de recurso do receptor e as funcionalidades do GEOSITE GPS/AVL para a realização das atividades de coordenação e controle	81
QUADRO 5: Ações previstas na Instrução nº 66/2011 da DAL, o tipo de recurso do receptor e as funcionalidades do GEOSITE GPS/AVL para a realização das atividades de gestão da frota	85
QUADRO 6: Ações previstas no Manual de Gerenciamento da Frota, o tipo de recurso do receptor e as funcionalidades do GEOSITE GPS/AVL para a realização das atividades de gestão da frota	87

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>2 O SISTEMA DE POSICIONAMENTO GLOBAL (GPS).....</b>	<b>14</b>
2.1 HISTÓRICO.....	14
2.2 FUNCIONAMENTO.....	16
2.3 APLICAÇÕES.....	20
2.3.1 Acampamentos.....	20
2.3.2 Automobilística.....	20
2.3.3 Aviação.....	21
2.3.4 Comunicações.....	21
2.3.5 Localizadores de emergência.....	22
2.3.6 Localização Automática de Veículos (AVL).....	22
2.3.7 Náutica.....	23
2.3.8 Sincronizador de sistemas.....	23
2.3.9 Topografia.....	23
2.3.10 Segurança Pública.....	23
<b>3 RECEPTORES GPS, SEUS PRINCIPAIS RECURSOS E CARACTERÍSTICAS ....</b>	<b>25</b>
3.1 TIPOS DE APARELHO RECEPTORES GPS.....	26
3.1.1 Receptor GPS de navegação.....	27
3.1.2 Receptor GPS Diferencial (DGPS).....	27
3.1.3 Receptor GPS cadastral.....	27
3.1.4 Receptor Topográfico.....	28
3.1.5 Receptor Geodésico.....	28
3.1.6 Receptores Híbridos.....	29
3.1.7 Receptor GPS de localização.....	29
3.2 DA RECEPÇÃO E TRANSMISSÃO DE DADOS.....	29
3.2.1 Recepção.....	30
3.2.2 Transmissão de dados.....	31
3.2.2.1 Transmissão via satélite.....	31
3.2.2.2 Transmissão via rádio.....	32
3.2.2.3 Transmissão via celular.....	32
3.3 DOS RECURSOS QUE PERMITEM O MONITORAMENTO.....	33
3.3.1 Básico.....	34
3.3.2 Avançado ou adicional.....	34
3.4 APLICAÇÕES PRÁTICAS.....	37
<b>4 O SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA GEOSITE.....</b>	<b>40</b>
4.1 SISTEMA GEOSITE.....	40
4.2 COMPOSIÇÃO DO SISTEMA.....	43
4.2.1 GEOSITE MUB.....	43

4.2.2 GEOSITE Geo-Estatística .....	44
4.2.3 GEOSITE MapCAD.....	46
4.2.4 GEOSITE GPS/AVL.....	49
4.2.4.1 Funcionalidades.....	51
<b>5 A POLÍCIA MILITAR NO CONTEXTO DA SEGURANÇA PÚBLICA .....</b>	<b>62</b>
5.1 DA COORDENAÇÃO E CONTROLE NA PMMG .....	64
5.1.1 Das ações de coordenação e controle em viaturas policiais .....	68
5.2 A GESTÃO DA FROTA NA PMMG.....	69
5.3 HISTÓRICO DA UTILIZAÇÃO DA TECNOLOGIA GPS NA PMMG.....	73
<b>6 METODOLOGIA .....</b>	<b>77</b>
<b>7 RESULTADOS DA PESQUISA.....</b>	<b>79</b>
<b>8 CONCLUSÃO E SUGESTÕES .....</b>	<b>92</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>97</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Esta pesquisa tem como tema central a identificação de recursos tecnológicos dos receptores do Sistema de Posicionamento Global (GPS) e do sistema GEOSITE GPS/AVL, que poderão facilitar e potencializar as atividades de coordenação e controle na área operacional e gestão de frota na Polícia Militar de Minas Gerais (PMMG).

Um dos desafios dos gestores da PMMG, em suas atividades de coordenação e controle sobre equipes motorizadas, é o de reunir informações rápidas, confiáveis e precisas sobre cada veículo (e seus ocupantes) em tempo real ou posterior. Como alternativa, surge a tecnologia de receptores GPS e o seu uso em conjunto com um sistema informatizado de monitoramento. Neste caso o sistema de monitoramento foi desenvolvido recentemente e ainda não está em pleno uso. Trata-se de um sistema denominado GEOSITE GPS/AVL, sendo este, juntamente com os receptores GPS, os recursos tecnológicos alvos deste estudo.

O estudo visa identificar os recursos de monitoramento e demonstrar que a instalação/utilização de receptores GPS de localização nas viaturas da Corporação poderá facilitar a execução das ações de coordenação e controle e de gestão de frota a incidirem sobre as equipes motorizadas.

Não foi discutido neste trabalho o tipo ou modelo de receptor GPS (equipamento e tecnologia de transmissão e recepção de dados) a ser utilizado e o tipo de veículo (duas ou quatro rodas) que poderá recebê-lo, mas tão somente os principais recursos tecnológicos disponíveis nos receptores e no sistema de monitoramento dos veículos (software já existente na PMMG denominado GEOSITE GPS/AVL).

Tem-se por objetivo geral identificar as funcionalidades disponíveis na tecnologia GPS capazes de facilitar e potencializar a gestão administrativa e a coordenação e controle dos recursos operacionais.

São objetivos específicos: discorrer sobre a tecnologia GPS, o histórico e principais características; determinar os principais recursos existentes nos receptores GPS, adequados à utilização em conjunto com o aplicativo GEOSITE GPS/AVL; descrever o sistema GEOSITE e em especial o módulo GPS/AVL e suas funcionalidades para monitoramento de viaturas e

destacar as normas de coordenação e controle e de gestão de frota listando as ações que poderão ser realizadas com apoio do GEOSITE GPS/AVL em viaturas com receptor GPS instalado.

A realização do estudo se faz útil pela necessidade de identificar os recursos tecnológicos existentes nos equipamentos GPS de localização mais comuns, disponíveis comercialmente, possíveis de serem utilizados no sistema de monitoramento GEOSITE GPS/AVL para a geração automática de informações sobre a localização, funcionamento e utilização dos veículos da PMMG.

Este trabalho é relevante tendo em vista que pretende esclarecer os gestores, nos diversos níveis da corporação, acerca dos recursos disponíveis nos equipamentos GPS e no aplicativo GEOSITE GPS/AVL que, utilizados, poderão facilitar e potencializar as atividades de coordenação e controle na área operacional e administrativa e consequentemente influenciar na qualidade dos serviços prestados pelas equipes motorizadas da PMMG.

O tema em questão já foi estudado anteriormente na PMMG por Barsante (1985) e por Saraiva, Lunardi e Lima (1995). No entanto os estudos foram feitos em uma época em que a tecnologia de GPS ainda era embrionária, o que pode ter contribuído para que ações práticas mais consistentes não tivessem sido desencadeadas.

Entretanto percebe-se a contribuição dessas obras para reforçar a necessidade de nova abordagem ao assunto, uma vez que o cenário atual é outro: a tecnologia de GPS já está consolidada e a PMMG já possui o aplicativo GEOSITE GPS/AVL, para possibilitar o monitoramento das viaturas.

A pesquisa foi realizada a partir da seguinte pergunta norteadora: a utilização de GPS de localização nas viaturas e as ferramentas de monitoramento disponíveis no aplicativo GEOSITE GPS/AVL poderão facilitar e potencializar as atividades de coordenação e controle na área operacional e gestão de frota na área administrativa?

Formulou-se como hipótese básica que o uso da tecnologia GPS nas viaturas operacionais e o monitoramento destes veículos por meio do sistema de monitoramento Geosite GPS/AVL facilitarão e potencializarão os serviços de coordenação e controle influenciando na qualidade dos serviços prestados pelas equipes motorizadas da PMMG.

Quanto à metodologia, trata-se de pesquisa exploratória, que busca identificar recursos e possibilidades de uso dos recursos tecnológicos avaliados. Utiliza-se de pesquisa documental e bibliográfica para a fundamentação do trabalho.

Esta pesquisa foi organizada em seis seções, objetivando um melhor entendimento do tema proposto: a seção **1**, esta introdução, apresenta os aspectos introdutórios do conteúdo da pesquisa; a seção **2** apresenta o Sistema GPS e sua estrutura de funcionamento; a seção **3** descreve os receptores GPS e suas principais características; a seção **4** detalha o Sistema GEOSITE e seus módulos, com destaque para o GEOSITE GPS/AVL e suas funcionalidades; a seção **5** contextualiza a PMMG destacando a coordenação e controle, gestão da frota e histórico do uso do GPS na Corporação; a seção **6** descreve a metodologia deste trabalho; a seção **7** apresenta os resultados da pesquisa e a seção **8** a conclusão e sugestões.

## 2 O SISTEMA DE POSICIONAMENTO GLOBAL (GPS)

### 2.1 Histórico

Deslocar-se é um desafio, e mais que isto uma necessidade, que faz parte do cotidiano do homem no passar dos séculos. Na era primitiva, a saída de seu refúgio em busca de comida, normalmente a caça, já exigia um senso de orientação para, inicialmente, encontrar a sua presa e posteriormente retornar a seu local de origem com o alimento. Em épocas menos remotas, as grandes navegações, as batalhas por territórios e as grandes expedições que desbravavam continentes, eram realizadas com técnicas de navegação ainda imprecisas.

O Sistema de Posicionamento Global, conhecido pela sigla GPS de *Global Positioning System* é um sistema de navegação e posicionamento bastante preciso e confiável. Além deste sistema, existem outras iniciativas em andamento, no sentido de criar alternativas para este tipo de navegação.

Como exemplo de sistemas similares ao GPS destaca-se do estudo de Monico (2008) o *Global'naya Navigatsionnaya Sputnikowaya Sistema* (GLONASS) e o Galileo.

O GLONASS foi concebido no início da década de 1970 na antiga União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS) e surgiu como um sistema militar. Foi declarado operacional em 1995 com 24 satélites. No entanto, afirma Monico (2008) que em decorrência da falta de lançamento de novos satélites, no fim do ano de 2005 apenas 12 satélites estavam em funcionamento.

O sistema GLONASS não tem sido utilizado com a mesma frequência que o sistema GPS em virtude de problemas apresentados principalmente na reposição de satélites inoperantes. Destaca-se do pensamento de Rocha (2002) que em virtude de aspectos tecnológicos, comerciais e principalmente políticos de forma geral a comunidade civil não tem utilizado todo o potencial deste sistema.

Já o Galileo é uma iniciativa da União Europeia em virtude da negativa do governo americano em autorizar a participação de outras nações no controle do sistema GPS. Segundo Monico (2008) o primeiro satélite foi lançado em 2005 e prevê um total de 30 satélites em órbita.

Informações disponíveis no *site* do Sistema Europeu de Navegação Global por Satélite alertam que o sistema entrará em operação com capacidade reduzida em 2014.

Verifica-se que atualmente o único sistema totalmente operacional é o GPS, que será abordado nesta pesquisa.

Este sistema surgiu para proporcionar o posicionamento e permitir a navegação com precisão em qualquer lugar do Planeta Terra. Para Monico (2008, p.32) o GPS é um sistema de abrangência global, que tem facilitado todas as atividades que necessitam de posicionamento, fazendo com que algumas concepções antigas possam ser colocadas em prática.

Com um sistema de posicionamento global, o que antes era um desafio para o homem primitivo, passou a ser algo relativamente simples nos dias de hoje. Basta imaginarmos como era difícil, há pouco mais de uma década, deslocarmos por uma cidade a qual não conhecíamos. Atualmente com um receptor GPS veicular esta tarefa é executada sem muito esforço através dos recursos oferecidos pelo sistema e pelo receptor.

Para Monico (2008) o Sistema de Posicionamento Global ou GPS, como é popularmente conhecido, é um sistema baseado em radionavegação e que foi desenvolvido pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos – DoD (Department of Defense) com o objetivo de ser o sistema de navegação das Forças Armadas norte-americanas.

O sistema teve um sucesso tão grande, devido principalmente a exatidão de seus dados e posteriormente da tecnologia dos receptores GPS, que logo uma grande comunidade de usuários emergiu dos mais variados segmentos da sociedade civil, destacando a navegação, o posicionamento geodésico, agricultura e o controle de frotas (MONICO, 2008). Atualmente a popularidade do uso do GPS pode ser verificada na alta disponibilidade destes recursos em equipamentos do uso cotidiano, como telefones celulares, tablets e até mesmo relógios de pulso.

Conforme descrito por Monico (2008, p. 33), “O GPS foi declarado operacional em 27 de abril de 1985, com 24 satélites em órbita, mas desde 1983 já estava sendo utilizado no posicionamento geodésico. No final de 2005, 29 satélites estavam operacionais e, em junho de 2007, havia trinta satélites”.

Percebe-se que estamos lidando com uma tecnologia relativamente nova e que apesar de ter sido declarado operacional em 1985, até 01 de maio de 2000 existia ainda, no sistema GPS, uma degradação em seu sinal imposto pelo Departamento de Defesa Americano com o argumento de proteger o planeta contra terroristas, conforme afirma Fontana (2002). Esta degradação do sinal tornava as medições e os posicionamentos imprecisos. A partir desta data a degradação do sinal foi interrompida, possibilitando maior precisão do sistema e novas aplicações.

## 2.2 Funcionamento

Conforme destaca Monico (2008), a forma como o sistema GPS foi concebido (FIG. 1) possibilita que um usuário, de posse de um aparelho receptor, receba dados de, no mínimo, quatro satélites para serem rastreados estando em qualquer lugar da superfície terrestre ou nas proximidades desta e pode ser usado sob qualquer condição climática.

O aparelho receptor é um equipamento destinado a receber e decodificar (e em alguns casos retransmitir) o sinal do sistema GPS. Os receptores GPS serão abordados com mais detalhes na seção III.

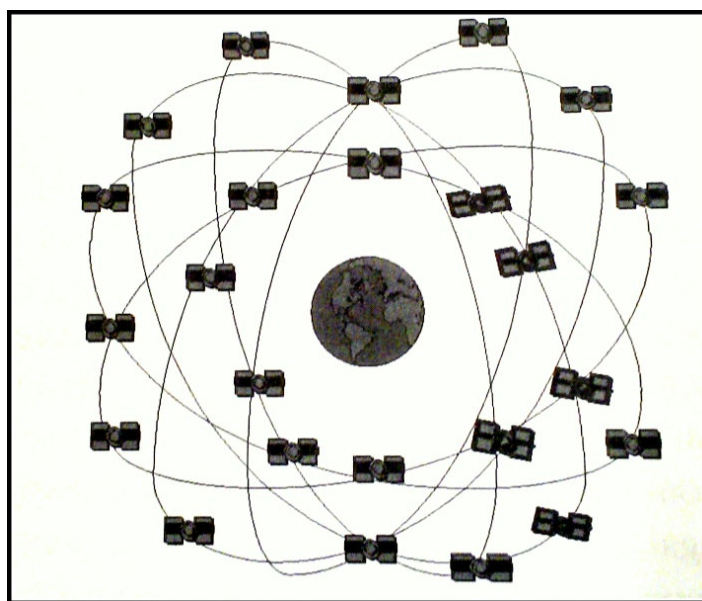


FIGURA 1 – Constelação dos satélites GPS

FONTE: Monico, 2008, p. 40

Verifica-se, desta forma, que o sistema GPS possui uma configuração que lhe confere alta disponibilidade ao ter sempre disponível pelo menos quatro dos trinta satélites e sua utilização independente da condição climática ou do horário.

A localização de um receptor GPS, segundo Fontana (2002) é feita a partir de posições já conhecidas. Neste caso são utilizadas as posições dos satélites em órbita. É calculado o tempo gasto entre a saída do sinal dos satélites até a chegada ao receptor. Conhecendo a velocidade do sinal é determinada uma distância. Esta distância define o raio de uma esfera para cada um dos satélites. A interseção entre estas esferas determina uma posição conhecida (FIG. 2).

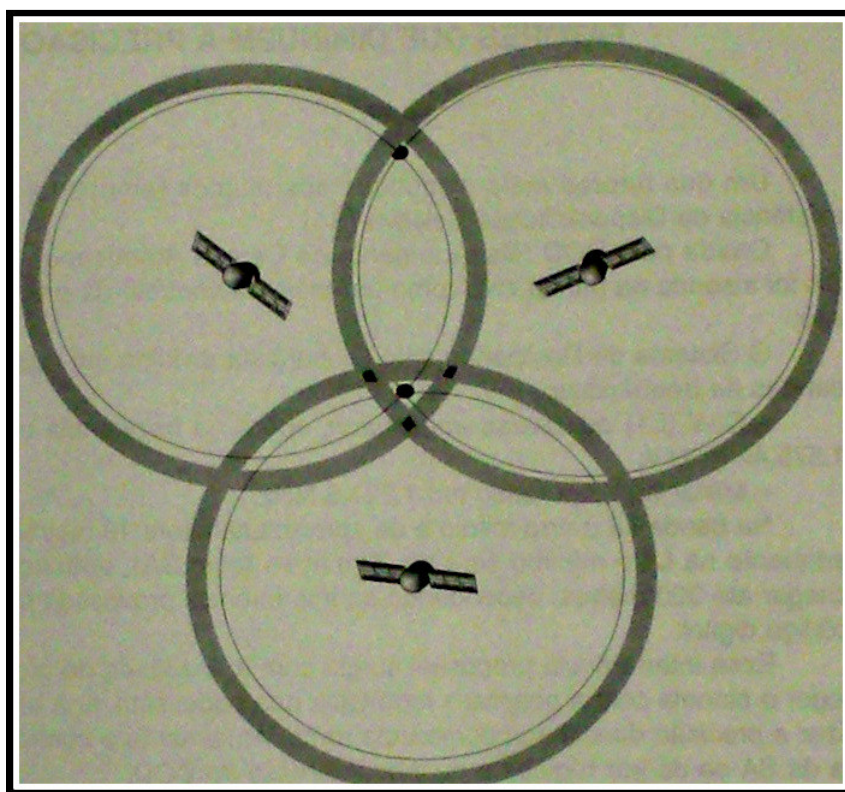


FIGURA 2 – Área de interseção do sinal GPS

FONTE: Fontana, 2002, p. 47

De acordo com Monico (2008), o GPS tem como princípio básico de navegação a medida de distância-velocidade-tempo entre o usuário e pelo menos quatro, dos trinta satélites em órbita.

Desta forma, entende o autor que é necessário, no mínimo, quatro satélites para uma correta definição do posicionamento de um receptor. Afirma Monico (2008) que o quarto satélite é

necessário para fazer a correção da hora entre os satélites e o receptor o que irá conferir maior precisão a localização e ainda possibilita a definição da altitude (3D).

No entanto, de acordo com Fontana (2002), o sistema GPS também funciona com um mínimo de três satélites, o que neste caso ocorre no modo 2D (sem altitude).

Apesar de apenas três satélites serem necessários para definir a posição sem a altitude, quanto mais satélites estiverem disponíveis para o receptor melhor será a sua precisão.

Para Fontana (2002), os processadores dos receptores já estão preparados para identificar, interrogar o usuário sobre a altitude atual e passar assim a ignorar tal posição errônea o que explica por que apenas três satélites são suficientes para determinar uma coordenada.

Já Monico (2008) afirma que se não pertencerem ao mesmo plano, apenas três medidas (ou três satélites) são suficientes para calcular as coordenadas do receptor, do ponto de vista geométrico. A quarta medida (ou quarto satélite) é necessária tendo em vista que existe um problema a ser resolvido: o não-sincronismo entre os relógios dos satélites e do usuário.

Este quarto satélite resolve este problema corrigindo o erro de sincronismo entre os satélites e o receptor conferindo uma melhor precisão na localização do receptor e ainda possibilitando a informação de altitude, o que não é possível com apenas três satélites.

A utilização de apenas três satélites como sendo necessários para a localização de um receptor também é discutida por Rocha (2003). O autor afirma que três distâncias são suficientes e que um quarto satélite poderá ser necessário para a localização do receptor.

“O receptor captando sinais de 3 ou mais satélites, calculará a posição atual em qualquer lugar da terra através do “software” (programa) armazenado em sua memória. Os receptores devem “enxergar” um mínimo de 3 satélites para o contínuo cálculo da sua posição através da triangulação. Às vezes, satélites adicionais podem ser necessários para determinar a posição.”(ROCHA, 2003, p.39).

A necessidade de um quarto satélite para a solução do problema entre o erro do relógio do receptor e do satélite também é defendida por Rocha (2002). O autor afirma que a diferença entre os relógios do satélite e do receptor não é conhecida, o que introduz mais uma incógnita no problema, a qual poderá ser determinada a partir de um quarto satélite.

Percebe-se que os autores Fontana (2002) e Rocha (2003), que enfatizam muito a utilização de apenas três satélites para a localização do receptor, têm seus estudos voltados para equipamentos receptores de navegação e/ou localização.

Já Monico (2008) e Rocha (2002) discutem o uso de receptores de forma geral com ênfase em receptores de alta precisão, motivo pelo qual Monico (2008) é enfático em defender o uso de, no mínimo, quatro satélites para determinar a posição do receptor.

Conforme descrito na seção III os receptores possuem diferenças de acordo, principalmente, com sua finalidade de utilização, o que irá refletir nas características do equipamento. A utilização é que irá definir a necessidade de uma maior ou menor precisão. Isto explica algumas pequenas divergências entre os autores citados até o momento.

O sistema GPS é composto de três segmentos, sendo: segmento espacial, de controle e de usuários.

O segmento espacial é constituído pela constelação de satélites e suas órbitas. Estes satélites são os responsáveis por emitir os sinais captados pelos receptores em terra.

O segmento de controle, de acordo com Monico (2008) é responsável por monitorar e controlar continuamente o sistema de satélites, determinar o sistema de tempo GPS, calcular as correções dos relógios dos satélites e atualizar periodicamente as mensagens de navegação de cada satélite.

Já o segmento de usuários está diretamente associado aos receptores GPS. Monico (2008) afirma que os receptores GPS devem ser apropriados para os propósitos a que se destinam, como navegação, geodésia (ciência que se ocupa da determinação da forma, das dimensões e do campo de gravidade da Terra), agricultura ou outra atividade. O autor cita ainda que atualmente, existe uma grande quantidade de receptores no mercado, para as mais diversas aplicações, limitadas apenas pela imaginação dos usuários.

Com o mesmo entendimento, Fontana (2002) afirma que atualmente existe uma enorme gama de opções de receptores no mercado, tudo dependendo do interesse do operador.

Desta forma, conclui-se que a escolha de um determinado receptor e ainda a precisão a ser exigida está intimamente ligada ao tipo de aplicação e necessidade de uso para qual foi feita a

opção de utilização do GPS. Aplicações importantes do GPS serão descritas no item 2.3 deste relatório.

### 2.3 Aplicações

A cada dia novas aplicações são desenvolvidas para a utilização do sistema GPS, sendo inúmeras as possibilidades de uso, de aplicações militares a comerciais. Fontana (2002) afirma que além das aplicações conhecidas, outras ainda serão descobertas, o que torna praticamente impossível relatar todas as possibilidades da utilização do GPS.

Algumas aplicações são mais comuns e a partir delas o sistema GPS ficou conhecido, surgindo, ainda, novas formas de utilização. A seguir serão listadas dez, das inúmeras aplicações existentes:

#### 2.3.1 Acampamentos

Para esta aplicação, os receptores portáteis são os mais utilizados. Geralmente seu uso está associado a plotagem de trilhas, marcações de pontos, tais como água, local do acampamento, entre outros.

#### 2.3.2 Automobilística

Em se tratando de veículos, o uso e as possibilidades são muito extensos, afirma Fontana (2002).

Algumas montadoras disponibilizam o GPS em seus modelos, dotados de interfaces gráficas onde exibem mapas digitais que permitem, ao motorista, localizar sua posição e se orientar durante o deslocamento.

De acordo com Fontana (2002), alguns equipamentos possuem interfaces mais avançadas e conectadas a uma central de informações de trânsito, o que permite usufruir do recurso de alerta em situações de trânsito congestionado. O alerta permite que o motorista possa replanejar seu trajeto com antecedência.

Também para Machado (2007), ocorreu uma melhoria da capacidade de navegação ou deslocamento em cidades e rodovias, pelo uso de mapas eletrônicos em equipamentos GPS. Como os modelos portáteis, atualmente de fácil aquisição no comércio, é possível fazer viagens mais tranquilas, pois quando bem programados oferecem a estimativa de tempo e

distância de posições plotadas (definidas como destino final). Estas posições podem ser desde um simples restaurante ou posto de gasolina, até um endereço de uma residência em outra cidade.

Aventureiros e praticantes de esportes em ambientes não urbanos, tem disponível os recursos de refazer a rota (existentes nos equipamentos portáteis). Trata-se de recurso existente em vários equipamentos e que permite a outros praticantes deste esporte refazerem o mesmo trajeto ou trilha a partir de dados compartilhados, até mesmo, na Internet.

### 2.3.3 Aviação

Para a aviação existem aplicações bem diversificadas que vão desde o piloto amador, utilizando receptores portáteis, até a utilização por profissionais.

De acordo com Machado (2007), o GPS oferece uma espetacular melhoria operacional na aviação, uma vez que conhecendo a exata posição geográfica e altitude da aeronave, esta poderá transmitir, em tempo real, sua posição aos órgãos de controle de tráfego aéreo. Tal recurso possibilita um controle mais efetivo dos voos.

Na mesma linha de utilização, balonistas, pilotos de asa delta ou parapente<sup>1</sup> utilizam receptores GPS portáteis para navegação.

### 2.3.4 Comunicações

Algumas empresas utilizam o GPS para uma finalidade simples: direcionar antenas de comunicação de dados ou voz. Essa atividade é relativamente fácil quando executada em antenas onde é possível visualizar uma a partir da outra. No entanto, conforme afirma Fontana (2002), a atividade passa a ser complexa quando as antenas estão distantes, por exemplo, a 20 quilômetros de distância uma da outra.

Com o GPS esta atividade se torna mais fácil. Capturando a posição da antena principal, com um GPS é possível, usando os recursos de posição e azimute, calcular a posição exata da antena remota.

---

<sup>1</sup> Equipamento semelhante a um para-quedas, mas sua utilização ou decolagem se dá a partir de um ponto elevado no solo, como um topo de morro, de acordo com informações disponíveis no site da Associação Brasileira de Parapente.

### 2.3.5 Localizadores de emergência

Muitos equipamentos que estão a bordo de navios e aviões possibilitam a informação de coordenadas juntamente com o sinal de alerta. Dessa forma fica mais fácil localizar os locais de acidentes ou chamados, aumentando as possibilidades de resgate.

Este recurso também tem sido utilizado em veículos terrestre (automóveis e caminhões) e possibilitam um alerta a empresa de segurança em caso de assalto em tempo real e/ou permitem a localização posterior do veículo.

Em seu estudo, Gonçalves e Tavarayama (2011) afirmam que os 95% dos veículos furtados e/ou roubados e que possuem equipamentos de monitoramento e rastreamento instalados foram recuperados, o que demonstra a confiabilidade do equipamento.

Percebe-se que algumas aplicações são semelhantes ou compartilham recursos. No caso do recurso de alertas ou localizadores de emergência, estes são bastante utilizados nos serviços de Localização Automática de Veículos (AVL), conforme será descrito no item 2.3.6 deste trabalho.

### 2.3.6 Localização Automática de Veículos (AVL)

O AVL é um recurso que está cada vez mais acessível, razão pela qual muitas empresas já o comercializam. Apresenta-se, segundo Fontana (2002), bastante útil para as seguradoras, uma vez que facilita a recuperação de veículos furtados ou roubados.

A aplicação consiste em um receptor GPS acoplado a um transmissor (rádio ou celular) que, quando ligado, transmite as coordenadas do veículo para uma estação com uma interface receptora. Na referida estação, um programa de computador relaciona as coordenadas a um mapa, permitindo a localização rápida do veículo.

Outros usuários desse tipo de aplicação são as empresas de segurança e escolta de valores e empresas de transporte rodoviário de cargas.

A Localização Automática de Veículos (AVL) é um dos objetivos deste estudo e será abordada com mais ênfase na seção 4, que apresenta o aplicativo GEOSITE GPS/AVL destinado a esta atividade na PMMG.

### 2.3.7 Náutica

A aplicação náutica é, talvez, hoje a que reúna o grupo de maiores consumidores de receptores GPS portáteis, conforme afirma Fontana (2002). Os receptores são úteis tanto para pequenos navegadores, como para os navios de grande porte, com equipamentos GPS mais sofisticados e que navegam ao redor do mundo.

### 2.3.8 Sincronizador de sistemas

Para Fontana (2002), uma utilização do GPS que muitos desconhecem é uma relacionada com o uso de seu relógio. Algumas empresas que antigamente necessitavam de relógios atômicos para sincronizar redes de longa distância, hoje o fazem a um custo bem menor e com precisão equivalente a partir de receptores GPS.

Destaca-se do pensamento de Machado (2007) que a definição precisa de tempo é fundamental para a validação para transações interbancárias incluindo operações em bolsas de valores.

### 2.3.9 Topografia

Sendo uma ciência que exige precisão, segundo Fontana (2002) a topografia é mais uma atividade beneficiada pelo sistema GPS. Através de estações base e teodolitos eletrônicos, os levantamentos topográficos são executados de forma mais rápida e precisa.

### 2.3.10 Segurança Pública

São inúmeras as possibilidades de uso do GPS para a Segurança Pública e Defesa Civil. Machado (2007), afirma que é possível melhorar o posicionamento do efetivo policial com informações precisas para o planejamento e condução das operações. Além disso, o autor destaca a possibilidade de acompanhamento em tempo real das operações em curso.

O uso de GPS em viaturas policiais, para aplicações em segurança pública, tem sido discutido e apresentado de forma positiva em alguns estudos, em razão de seus benefícios.

Há fatores positivos em se utilizar esta tecnologia pois, em tese, ela permite um acompanhamento da frota de veículos mais apurado e, em consequência, um atendimento mais ágil ao cidadão. Ao se saber a localização exata de uma viatura é possível escolher aquela mais

adequada para o atendimento de uma ocorrência. (FURTADO, 2002, p.103).

Outras atividades podem ser realizadas com o apoio do GPS como a definição de perímetros de segurança, coordenação e controle do efetivo policial, em especial o motorizado, e ainda a possibilidade de aumentar a segurança das equipes ao poder contar com recursos como o localizador de emergências e o AVL, conforme discutido neste capítulo, itens 2.3.5 e 2.3.6 respectivamente.

As aplicações de GPS para a segurança pública através da utilização de receptores GPS e de um sistema de Localização Automática de Veículos (AVL) serão melhor detalhadas neste estudo.

Nesta seção discorreu-se a respeito da tecnologia GPS e sua utilização. Na próxima seção apresentar-se-á os receptores GPS, os tipos, recepção e transmissão de dados, recursos e utilização.

### **3 RECEPTORES GPS, SEUS PRINCIPAIS RECURSOS E CARACTERÍSTICAS**

O receptor GPS é um equipamento que tem por finalidade receber e decodificar (e em alguns casos retransmitir) o sinal do sistema GPS. Rocha (2003, p.46) afirma que “um receptor é qualquer aparelho destinado a detectar a presença de informações conduzidas pela radiação eletromagnética”. Afirma, ainda, que um receptor, equipamento destinado à navegação informatizada, é um tipo de computador desenvolvido para executar um programa específico.

Os receptores são partes integrantes do Sistema GPS e é a partir deles que a posição e o tempo são calculados. O programa específico mencionado por Rocha (2003) é responsável por decodificar o sinal do GPS e informar a posição em coordenadas geográficas e/ou em um mapa digital. É nos receptores que todo o sistema GPS se torna utilizável.

Destaca-se do pensamento de Machado (2010) que os receptores comercializados livremente, e que utilizam o serviço de posicionamento padrão, possuem, ainda, softwares específicos conforme sua destinação ou aplicação, tendo, como exemplo a navegação aérea, agricultura de precisão, navegação marítima, navegação rodoviária, dentre outros.

A opção por um tipo de receptor GPS está relacionada à sua necessidade de utilização. Neste sentido percebe-se que uma avaliação prévia deve ser feita com base em critérios técnicos, principalmente referente a aplicação e precisão:

Com a contínua modernização do GPS, outras possibilidades aparecerão no futuro e outras classificações ainda são possíveis. Mas o importante para o usuário é ter clara a aplicação que se objetiva, a precisão desejada, bem como outras características necessárias. Isto poderá auxiliar o usuário na identificação do receptor adequado às suas necessidades, independente da classificação adotada. (MONICO, 2008, p.61).

Neste sentido, conclui-se que a escolha correta do tipo de receptor a ser utilizado é fator fundamental para obter bons resultados em aplicações das mais simples aos projetos mais arrojados. Para isto é preciso conhecer os principais tipos de receptores existentes.

### 3.1 Tipos de aparelho receptores GPS

Existe, atualmente, uma grande quantidade de tipos de aparelhos receptores GPS no mercado e que são destinados as mais variadas aplicações, conforme as apresentadas na Seção 2.

Segundo Monico (2008), devido ao grande número de novos receptores que estão sendo desenvolvidos e disponibilizados no mercado, uma descrição detalhada de cada um deles torna-se impossível, além de ficar obsoleta rapidamente.

Os principais componentes de um receptor GPS, de acordo com Monico (2008) são: uma antena com pré-amplificador, uma seção de radiofrequência para possibilitar a identificação e o processamento do sinal recebido do satélite, um microprocessador para controle do receptor, um oscilador, uma interface para o usuário com painel de comandos, provisão de energia (bateria) e memória para armazenamento dos dados conforme pode ser verificado na FIG. 3.

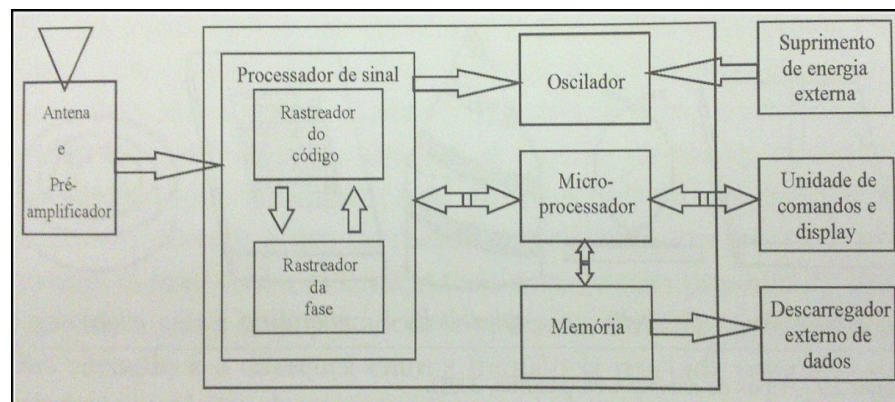


FIGURA 3 - Principais componentes de um receptor GPS

FONTE: Monico, 2008, p. 55

Rocha (2002) classifica os aparelhos GPS em seis tipos: navegação, GPS Diferencial (DGPS), cadastrais, topográficos, geodésicos e híbridos. Machado (2010) tem uma classificação semelhante, acrescentando um novo tipo em relação a Rocha (2002) fundamental neste estudo: o receptor GPS de localização.

Pretende-se abordar, sem a pretensão de descrever tecnicamente, os principais tipos de receptores GPS em uso atualmente, tendo como referência a classificação de Rocha (2002) e Machado (2010).

### 3.1.1 Receptor GPS de navegação

GPS de navegação são os receptores mais conhecidos popularmente. Afirma Rocha (2002) que os equipamentos de navegação são aqueles que fornecem o posicionamento em tempo real, com uma precisão entre 5 e 15 metros.

Como exemplo desse tipo de receptor temos o GPS de navegação veicular (localização de endereços, referências, etc.), os aparelhos GPS utilizado por praticantes de esportes como escaladas, corridas de aventura, caminhadas ecológicas, dentre outros.

Segundo Machado (2010), a praticidade de um receptor GPS de navegação é tanta que ao se chegar a uma cidade desconhecida pelo motorista, este não precisa mais adquirir mapas ou guias do local. Basta apenas um GPS de Navegação para auxiliar o seu deslocamento.

Na PMMG é comum a utilização deste tipo de receptor pelos militares que trabalham nas unidades de Policiamento de Meio Ambiente. Neste caso o receptor é semelhante ao que os praticantes de esportes utilizam e que auxiliam no deslocamento em ambientes não urbanizados.

### 3.1.2 Receptor GPS Diferencial (DGPS)

Semelhante ao receptor GPS de navegação, o DGPS tem como diferença o fato de possibilitar correções do posicionamento a partir de uma estação base, via link de rádio. De acordo com Rocha (2002), é possível obter precisão de 1 a 3 metros através desta correção. No entanto é preciso pagar a empresa que mantém as estações base para receber os dados e realizar as correções, o que não é necessário em um receptor de navegação.

Uma variação do DGPS é o DGPS pós-processado que, através de um *software*, realiza as correções em escritório, dispensando o recebimento de dados de uma estação base.

### 3.1.3 Receptor GPS cadastral

No grupo de receptores GPS cadastral estão aparelhos que trabalham com código C/A e aqueles que trabalham com a fase da portadora L1. Segundo Rocha (2002) para estes receptores é necessário o pós-processamento que é executado em um computador através da utilização de um *software* específico.

O código C/A é formado a partir de uma sequência binária de +1 e -1 ou 0 e 1, gerado por um algoritmo, afirma Monico (2008). É a partir deste código que os usuários civis obtêm as medidas de distância. Afirma, ainda, que cada satélite GPS transmite duas ondas portadoras: L1 e L2. Essas duas frequências são geradas simultaneamente e permitem a correção de efeitos provocados pela ionosfera.

Uma das principais características deste tipo de receptor é a sua capacidade de aquisição e armazenamento de dados ou atributos das feições espaciais (linha, ponto e polígono) levantadas em campo, o que permite a realização de cadastros para um Sistema de Informações Geográficas.

Os receptores cadastrais possuem uma boa precisão, por isto são utilizados em trabalhos que exigem maiores detalhes cartográficos. Afirma Rocha (2002) que é possível conseguir uma precisão entre 10 cm a 1 m com este tipo de equipamento.

#### 3.1.4 Receptor Topográfico

Os receptores topográficos possuem evoluções tecnológicas no próprio aparelho, no software de pós-processamento e em alguns acessórios de fábrica que lhe permitem um ganho no quesito precisão, chegando a alcançar até 1 cm.

Estes receptores poderiam ser considerados iguais aos receptores cadastrais, afirma Rocha (2002). No entanto estas evoluções tecnológicas permitem que este equipamento adquira dados para a escala de 1:2000 ou menor contra a escala de 1:5000 ou menor dos equipamentos cadastrais. Esta precisão confere ao receptor a característica de topográfico.

#### 3.1.5 Receptor Geodésico

Os receptores Geodésicos trabalham com dupla frequência e com isto sofrem menos interferência da ionosfera na recepção do sinal enviado pelos satélites. De acordo com Rocha (2002), estes equipamentos possuem sofisticados recursos eletrônicos, chegando a precisões diferenciais pós-processadas de até 5mm, com a metade do tempo de um GPS topográfico.

Estes receptores, se utilizados em levantamentos topográfico, conseguem produtos na escala de 1:1000 ou melhor e afirma Rocha (2002) que são mais indicados para trabalhos geodésicos como transporte de coordenadas e controle de rede.

### 3.1.6 Receptores Híbridos

Os receptores híbridos possuem a capacidade de receber sinais de mais de um tipo de sistema, sendo neste caso do GPS e do GLONASS.

Segundo Rocha (2002) existe poucos receptores deste tipo no mercado e que havendo uma constelação de satélites favorável estes equipamentos seriam mais precisos que os demais que utilizam apenas o sistema GPS.

### 3.1.7 Receptor GPS de localização

De acordo com Machado (2010), o receptor GPS de localização é um equipamento acoplado a um transmissor que envia a um centro de controle (ou a uma central de monitoramento) a posição atualizada do receptor, de forma continuada e automática.

Desta forma, estando o receptor GPS de localização instalado em um veículo é possível o monitoramento em tempo real da posição, velocidade, deslocamento, dentre outros conforme os recursos de monitoramento existentes. Estes recursos serão apresentados no item 3.3 desta seção.

Percebe-se que o funcionamento do receptor GPS de localização é semelhante ao receptor GPS de navegação. O princípio de funcionamento e a recepção do sinal GPS são idênticos. O que difere um equipamento do outro é que o receptor GPS de localização tem a capacidade de enviar o sinal recebido para uma central a partir de um transmissor acoplado ao equipamento.

Neste sentido, o receptor GPS de localização recebe os dados dos satélites GPS, identifica a sua localização e hora exata e envia estes dados (e demais informações conforme recursos de monitoramento presentes no equipamento) a uma central. A recepção e a transmissão dos dados recebidos dos satélites GPS serão apresentadas no item 3.2 desta seção.

## 3.2 Da recepção e transmissão de dados

Percebe-se, conforme discutido em 3.1 (e subitens), que existem vários tipos de receptores GPS, cada qual com finalidade e tecnologia diferente. Os receptores são capazes de decodificar tipos diferentes de sinais de acordo com sua característica.

Nesta seção são apresentadas apenas as características de recepção e transmissão de dados dos receptores GPS de navegação ou localização, por serem os equipamentos que estão no

contexto principal da pesquisa. Conforme discutido no item 3.1.7 os receptores de navegação e localização tem características semelhantes, sendo a diferença mais marcante a capacidade de reenviar os dados recebidos (receptor GPS de localização).

### 3.2.1 Recepção

De acordo com Machado (2010), os receptores GPS comum, também conhecidos como GPS de navegação, recebem o sinal de uso geral por rádio frequências L1 e L2 moduladas com o código C/A. Este código C/A é também conhecido como Código Civil, justamente por ser de uso livre.

Esses códigos podem ser acessados por qualquer receptor GPS encontrados no comércio em diversos países. Afirma Machado (2010) que, em relação ao nível de serviço prestado, esses sinais são denominados de “serviço de posicionamento padrão” (SPS).

Segundo Monico (2008, p.33) “o SPS é um serviço de posicionamento e tempo padrão disponível para todos os usuários do globo, sem cobrança de qualquer taxa”. Desta forma, conclui-se que o uso do sistema GPS, ou seja, a recepção do sinal dos satélites a partir de um aparelho que possibilite a localização no tempo e no espaço é, atualmente, livre e sem custos, bastando apenas a aquisição do receptor de navegação.

Apesar de ser de uso livre, o sinal do GPS pode sofrer interferências que irão dificultar e/ou impedir sua chegada até um aparelho receptor. Segundo Machado (2010) os sinais enviados pelos satélites GPS trafegam em linha direta, tendo capacidade de ultrapassar nuvens, vidros e plásticos, o que não ocorre com obstáculos mais sólidos, tais como prédios e montanhas que obstruem o sinal.

Outros obstáculos podem prejudicar o a recepção do sinal GPS, como árvores, túneis, garagens subterrâneas ou a própria estrutura de um veículo, por exemplo. Estes obstáculos podem causar interferência no sinal do satélite alterando o resultado da localização identificada pelo receptor.

Segundo Gonçalves e Tavarayama (2010), como forma de minimizar este problema, em alguns receptores é adotado a tecnologia denominada Assisted-GPS (A-GPS). Esta tecnologia consiste em utilizar outro sistema em apoio ou assistência ao sinal GPS. Neste caso utilizam-

se os mesmos satélites do sistema GPS em conjunto com a rede de telefonia móvel disponível no local.

O A-GPS é um recurso complementar em alguns receptores GPS e sua utilização permite a obtenção de coordenadas e/ou a localização mais rápida e mais precisa que o sistema convencional, com a vantagem de continuar funcionando mesmo nos locais sem cobertura da rede celular.

### 3.2.2 Transmissão de dados

Para o monitoramento de um veículo a partir do posicionamento de sinais do sistema GPS é necessário, além do receptor que irá receber e decodificar o sinal, a transmissão desta posição e demais informações para uma central de monitoramento ou para um sistema responsável por esta atividade, conforme apresentado na Seção 4.

A transmissão dos dados recebidos pelo receptor GPS pode ser feita a partir de um transmissor acoplado ao receptor ou o equipamento pode ser integrado, possuindo as funções de recepção e transmissão de dados.

No entanto é necessária uma tecnologia para esta transmissão de dados. Segundo Furtado (2002, p. 105), “esta transmissão pode ser feita via rádio, telefone celular ou satélite”.

Em algumas organizações, a exemplo da PMMG, a utilização da tecnologia de transmissão via rádio pode ser integrada a atual estrutura de comunicação existente ou avaliar a necessidade de alguma evolução tecnológica que suporte este serviço.

Já a transmissão via telefone celular utiliza a rede de telefonia móvel das operadoras e requer a contratação de um pacote de transmissão de dados assim como a transmissão via satélite, que utiliza os satélites de comunicação e também necessita da contratação de serviço de dados.

#### 3.2.2.1 Transmissão via satélite

A transmissão via satélite tem a vantagem de possibilitar a utilização imediata de uma infraestrutura já existente e que conta com uma abrangência da área de cobertura que pode chegar a um país inteiro ou até a um continente, afirma Furtado (2002).

A existência de uma infraestrutura e a grande área de abrangência pode facilitar as ações de monitoramento na PMMG, principalmente nas áreas onde não existem redes de comunicação celular e cobertura da rede de rádio orgânica (da própria PMMG) como áreas rurais e rodovias.

Com referência a transmissão de dados do receptor GPS para uma central de monitoramento ou sistema desenvolvido para tal fim, Anefalos (1999, p. 10) afirma que “as posições dos veículos coletadas por meio do GPS são transmitidas para um satélite, que as transfere para uma estação terrena, retransmitindo-as para uma estação intermediária opcional [...] e finalmente para o usuário”.

Por outro lado, destaca-se do estudo de Furtado (2002) que existem algumas desvantagens na transmissão via satélite, principalmente referente a performance e precisão, em virtude de limitação da tecnologia de satélite e do alto custo financeiro, uma vez que é necessário pagar a uma empresa pelo volume de dados utilizado (transmitido).

#### 3.2.2.2 Transmissão via rádio

A transmissão via rádio é a que parece ser mais interessante para as instituições de segurança pública, pois estas já possuem ou necessitam de estrutura própria de transmissão via rádio, segundo Furtado (2002). Utilizando a própria rede de rádio evita-se o custo da transmissão de dados necessária para a transmissão via satélite ou celular.

Em um estudo sobre o monitoramento de unidades móveis na área de saúde, segundo Pereira e Júnior (2006) foi utilizado um GPS conectado a um rádio-transmissor digital que permitiu monitorar, em tempo real, o posicionamento do veículo.

Porém nem todas as redes rádio comportam este serviço. É necessário avaliar se a estrutura existente na organização possui tecnologia compatível. Afirma Furtado (2002) que a tecnologia ideal para suportar este tipo de serviço é a de transmissão de rádio digital e que as demais, embora possam ser adaptadas, não oferecem a qualidade necessária.

#### 3.2.2.3 Transmissão via celular

Em relação à transmissão via celular ou a outras alternativas, existem vantagens e desvantagens. Destaca-se do estudo de Furtado (2002) a rapidez na implantação da solução, a precisão do posicionamento e o custo inferior em relação a transmissão via satélite como as

grandes vantagens. Por outro lado, a restrita área de cobertura da rede celular, normalmente inexistente em áreas mais isoladas e a crescente utilização da tecnologia pela população em geral, podendo causar congestionamento no sistema, são as desvantagens apontadas.

Em relação à transmissão dos dados a uma central de monitoramento ou a um sistema de controle de viaturas, a exemplo do módulo GEOSITE GPS/AVL, conclui-se que é necessário um estudo detalhado das necessidades da organização. Dependendo do tipo e da área de atuação pode ser necessário, inclusive, considerar o uso de mais de uma tecnologia.

### 3.3 Dos recursos que permitem o monitoramento

As atividades de monitoramento de veículos por GPS ou de Localização Automática de Veículos (AVL), quando do seu surgimento, limitavam-se a localizar o veículo por coordenadas e/ou sua posição em um mapa de referência.

No passado, a principal oferta associada a estas soluções baseava-se exclusivamente na capacidade de localização, no entanto, a realidade da gestão exige actualmente, informações adicionais, tanto ao nível das tarefas realizadas, dos percursos, dos condutores, como também informações sobre os veículos (marca, óleo, chapa de matrícula, data de inspecção, seguro, avarias, cor, etc.) que constituem a frota. (GASPAR, 2011, P.17)

Percebe-se que a localização do veículo continua sendo a informação mais importante nas ações de monitoramento de veículos por GPS, no entanto com a evolução da tecnologia novas possibilidades surgiram e atualmente agregar estes novos serviços aos sistemas de monitoramento são inevitáveis e está intimamente ligada a capacidade dos receptores em oferecer recursos além da localização do veículo.

Importante, também, entender que alguns recursos aparentemente associados aos receptores na verdade são oferecidos pelos sistemas de monitoramento (software que recebe os dados do receptor e os exibe para o usuário) como os alertas de saída e entrada em áreas definidas, conhecidos como “cerca eletrônica”, exibição do nome da rua a qual o veículo está trafegando, dentre outros.

Entretanto, para oferecer das funções mais básicas aos recursos mais avançados, é necessário que os receptores GPS possuam algumas características, que iremos, para fins desta pesquisa, definir como básico e avançado ou adicional.

### 3.3.1 Básico

Por recursos básicos define-se aqueles oriundos do próprio receptor GPS e que são fornecidos pelos satélites GPS. Estes recursos estão presentes na maioria dos equipamentos receptores existentes no mercado e a partir deles é possível o desenvolvimento, via sistema, de diversas funcionalidades.

Afirma Fontana (2002, p. 83) que “apesar de existirem vários modelos de receptores GPS e diferenças em suas apresentações e disposições de botões, a lógica de funcionamento e o princípio básico são sempre os mesmos para todos os equipamentos”.

Possuindo a mesma lógica e princípio básico de funcionamento, os receptores GPS oferecem um mínimo de funções e dados comuns a todos os equipamentos.

De acordo com Machado (2010), de forma geral, os receptores GPS fornecem informações importantes, a partir da recepção dos dados dos satélites, tais como:

- a) Velocidade.
- b) Direção.
- c) Rota.
- d) Distância percorrida.
- e) Distância a percorrer até o destino.
- f) Altitude.
- g) Posição (coordenadas geográficas).

Além destes dados, considerados básicos, a data e a hora também são fornecidas pelos satélites diretamente aos receptores que, juntamente com os demais dados listados são processados no próprio receptor GPS através de seu software interno.

### 3.3.2 Avançado ou adicional

Por recursos avançados ou adicionais entendem-se aqueles que são agregados aos receptores GPS por meio de periféricos e/ou funções auxiliares que tem por objetivo ampliar as possibilidades e ações de monitoramento sobre determinado veículo ou frota de veículos.

Para efeitos desta pesquisa, entende-se por periféricos equipamentos ou recursos adicionados ao receptor GPS a fim de agregar novos serviços a exemplo de microfones, sensores, travas, dentre outros que serão discutidos nesta seção.

Existem no mercado equipamentos que reúne, em um mesmo dispositivo, o receptor GPS e a saída para os periféricos que irão agregar os recursos avançados ou adicionais e equipamentos independentes, ou seja, o receptor GPS não está integrado ao dispositivo de rastreamento que fornece tais informações adicionais. Para este segundo caso, o equipamento rastreador funciona como um elo entre o receptor GPS e os periféricos.

Independente do tipo, se integrado ou não, a finalidade do equipamento e os recursos oferecidos são semelhantes, tratando-se apenas de diferenças tecnológicas e comerciais. Um exemplo de disposição dos equipamentos periféricos em um veículo em associação com um receptor GPS pode ser verificado na FIG. 4 e é composto por:

- 1) Receptor GPS de localização.
- 2) Módulo rastreador que permite agregar recursos adicionais.
- 3) Antena para a transmissão dos dados a uma central de monitoramento ou a um sistema AVL.
- 4) Botão de pânico – recurso adicional.
- 5) Microfone – usado para comunicação de voz entre o veículo e a central.

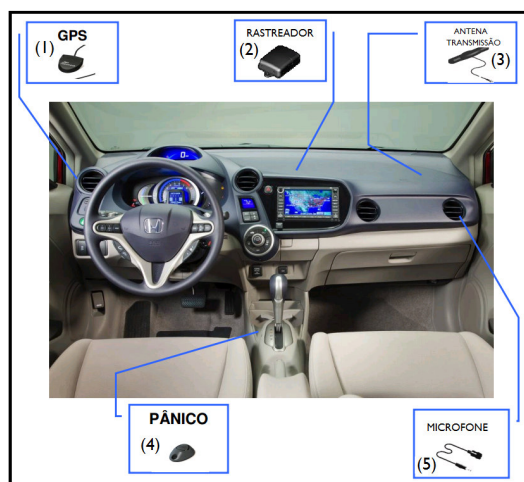


FIGURA 4 - Esquema de associação do Receptor GPS e um rastreador com seus periféricos para recursos adicionais

FONTE: GR Salvador Rastreamento (adaptado pelo autor)

Na maioria dos recursos avançados, a relação entre a informação e os dados fornecidos pelo satélite é feita por intermédio de uma central de monitoramento ou por um sistema AVL. Estes dados podem ser enviados independente da existência de um receptor GPS de localização no veículo, entretanto sua eficiência é reduzida em comparação ao uso combinado.

Com base nas especificações técnicas de receptores GPS de localização comercializados pelas empresas Tecnologia GPS e Maxtrack Industrial Ltda, identificaram-se os seguintes recursos:

- a) Botão de pânico.
- b) Identificação do motorista através de cartão magnético.
- c) Bloqueio remoto com corte de combustível.
- d) Atuadores diversos (trava de portas, trava de porta-malas, disparo de sirene).
- e) Comunicação de voz em duas vias entre o motorista e a base.
- f) Envio e recebimento de mensagens de texto entre o motorista e a base (necessário painel digital).
- g) Escuta remota.
- h) Controle de velocidade (alarme de excesso de velocidade).
- i) Controle de tempo de condução do motorista.
- j) Controle de distância percorrida (odômetro).
- k) Imagens fotográficas em tempo real através da câmera com infravermelho.
- l) Reenvio de posições perdidas quando em área sem sinal de transmissão de dados a central.
- m) Sensor de movimento.
- n) Telemetria interna (limpador de para-brisa, rotação do motor, velocidade real do veículo, tempo com motor ligado, tempo de rotação por faixa definida, velocidade máxima na chuva, velocidade máxima no seco).
- o) Telemetria externa (faróis, alarme do veículo, pós-ignição, temperatura do motor, nível de combustível do tanque, embreagem, freio motor, pressão do óleo).

Acerca dos recursos adicionais utilizados em conjunto com um receptor GPS de localização, afirma Gaspar (2011) que dados do veículo como matrícula, cor, modelo, fabricante, ano, número de série, dentre outros podem ser cadastrados no dispositivo auxiliar (rastreador) o que irá ajudar na identificação do veículo.

De forma a potencializar a gestão sobre determinado veículo ou frota de veículos, com base no que foi verificado sobre os recursos básicos e os recursos avançados ou adicionais, percebe-se que é possível a implantação de uma infinidade de soluções auxiliares às atividades de coordenação e controle e de gestão de frota.

Com exemplo, cadastrando dados básicos de manutenção do veículo como troca de óleos, filtros, verificação de pastilhas de freio, correias, momento de revisões, dentre outros e combinado estes dados com os recursos básico e os avançados, discutidos nesta seção, é possível gerenciar, através de um sistema de alertas, o momento correto de cada ação.

### 3.4 Aplicações práticas

A tecnologia GPS, em especial a de monitoramento de veículos, alvo desta pesquisa, tem ganhado fôlego em diversos setores da economia. Destaca-se o estudo de Gaspar (2011), realizado em Portugal, onde o autor afirma que embora embrionário naquele país, o uso de sistemas de monitoramento de veículos por GPS tem sido uma forte aposta e tem evoluído a um ritmo que não sofre o impacto da crise econômica.

É uma área de mercado, que nas últimas décadas, tem despertado o interesse das mais diversas áreas e sectores de actividade, tais como: transportes, assistência técnica, actividades comerciais, construção civil, forças armadas e de segurança, distribuição (alimentar, medicamentos, tabaco, etc.), entre outras. (GASPAR, 2011 p. 1)

Afirma Gaspar (2011) que os sistemas de monitoramento de veículos por GPS são ferramentas poderosas de gestão de frotas e que estas são uma realidade para muitas empresas que já reconhecem as vantagens que este tipo de sistema proporciona. Estas vantagens não são apenas referentes a ganhos de produtividade e poupança, mas principalmente no controle, gestão, organização e planejamento de atividades.

Destaca-se do estudo realizado por Gonçalves e Tavarayama (2010) na cidade de Orlândia, interior de São Paulo a importância e a viabilidade da utilização do Sistema de Rastreamento e Monitoramento de veículos de passeio por GPS. Concluiu-se ser viável o uso do sistema de rastreamento e monitoramento de veículos em virtude da facilidade e segurança na localização e recuperação dos veículos que vierem a ser furtados ou roubados.

O uso de rastreadores e monitoramento de veículo (receptores GPS de localização e o respectivo serviço de monitoramento) é vantajoso para vários segmentos:

As seguradoras que oferecem até 30% de desconto no valor da apólice de seguro visam incentivar o cliente a utilizar o Sistema de Rastreamento e Monitoramento de veículos pela facilidade de localização e recuperação do veículo, diminuindo as indenizações a serem pagas aos clientes. (GONÇALVES e TAVARAYAMA, 2010, p. 313)

Desta forma, ganha o proprietário do veículo, que tem um custo menor com o pagamento de sua apólice de seguro, ganha a seguradora que mesmo oferecendo o desconto tem maior probabilidade de localizar o veículo em caso de furto ou roubo diminuindo seus custos com as indenizações e em outra perspectiva, há, indiretamente, economia de recursos públicos uma vez que a localização do veículo é conhecida, evitam-se deslocamentos, cercos e bloqueios desnecessários.

Na área de saúde, afirma Pereira e Júnior (2006) que o uso de GPS de localização pode ser empregado no monitoramento de ambulâncias, de Unidades de Tratamento Intensivo (UTI's) móveis, de equipes de tratamento supervisionado em visitas domiciliares e de outras formas de transporte relacionadas à assistência na área de saúde.

Para a os órgãos de segurança pública, a utilização de receptores GPS de localização já despontam não apenas como uma inovação tecnológica, mas como uma necessidade para potencializar as ações de coordenação e controle internos e de demonstração de transparência para a comunidade.

Além da possibilidade de agilizar o atendimento, o uso de LAV, permite um maior controle da frota de veículos, bem como um maior monitoramento do seu correto uso. Com LAV é possível se ter um registro da rota seguida por uma viatura em qualquer momento. Isto é uma poderosa ferramenta para auditorias e é, certamente, inibidora de ações prejudiciais ao patrimônio da corporação ou do cidadão. (FURTADO, 2002, p. 104)

A sigla LAV citada por Furtado (2002) refere-se a Localização Automática de Veículos, também conhecida como AVL, de *Automatic Vehicle Location*, conforme discutido na seção 2, item 2.3.6 e seção 4 item 4.2.4.

Os receptores GPS possuem características diferentes que identificam a sua utilização ou aplicação. Da mesma forma algumas aplicações, como a localização de um veículo, necessita, além do receptor GPS, de uma tecnologia de transmissão de dados.

Após definidos o tipo de receptor com seus respectivos recursos e a tecnologia de transmissão dos dados, para operacionalizar o monitoramento e/ou localização de veículos por GPS é necessário um sistema ou software capaz de receber, armazenar e apresentar os dados enviados pelos veículos.

Na PMMG o sistema destinado a esta atividade é o GEOSITE GPS/AVL, um módulo do SIG GEOSITE destinado exclusivamente a localização automática de veículos que possuem receptores GPS instalados. A fim de compreender suas características, na seção 4 será apresentado o Sistema GEOSITE e seus módulos, com destaque para o GEOSITE GPS/AVL que ainda não foi descrito por nenhum autor, da mesma forma que o GEOSITE MapCAD, que também será abordado pela primeira vez por esta pesquisa.

## 4 O SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA GEOSITE

Um Sistema de Informação Geográfica (SIG) é uma ferramenta computacional destinada a solucionar problemas onde a componente espacial (ou a localização) é a principal característica da informação existente. É amplamente utilizado em organizações públicas e privadas como suporte a análise e decisão.

Trata-se de um banco de dados que possui a componente espacial, ou seja, a localização geográfica de seus objetos, estruturados com funções para armazenar, tratar e recuperar estes dados com a finalidade de fornecer análises espaciais dos fenômenos de interesse. Estes fenômenos podem ser problemas na área de saúde pública, segurança, prospecção mineral, transporte, dentre outros. Além disto, os SIG's são amplamente utilizados na geração de dados para produção de mapas.

Para Lewis (1990), o SIG é um sistema de gerenciamento de banco de dados computacional para capturar, armazenar, recuperar, analisar e visualizar dados espaciais. Além disto, todo SIG integra uma função de mapeamento a um gerenciador de banco de dados, conforme descreve Levine e Landis (1989). Desta forma, percebe-se a potencialidade da ferramenta não só como banco de dados, mas como um sistema capaz de gerar múltiplos produtos (análise, suporte a decisão, armazenamento espacial, mapas e consultas) a partir da informação espacial.

Acompanhando a evolução dos sistemas ao longo dos anos, a Polícia Militar de Minas Gerais desenvolveu o seu próprio SIG. Trata-se do Sistema GEOSITE, que oferece, atualmente, recursos de armazenamento de dados espaciais, atualização cartográfica, análise espacial, monitoramento de fenômenos espaciais, geração de mapas, dentre outros.

### 4.1 Sistema GEOSITE

O Sistema GEOSITE é um SIG, composto por módulos e estruturado em base de dados cartográfica única, com funcionamento via Internet. A primeira versão foi desenvolvida no ano de 2004 e encontra-se atualmente disponível para todas as Unidades da PMMG juntamente com os demais módulos oriundos de sua evolução ao longo dos últimos anos. A

tela inicial para acesso ao Sistema GEOSITE, mediante fornecimento de dados do usuário e senha, é apresentada na FIG. 5.



FIGURA 5 - Tela inicial para acesso ao Sistema GEOSITE

FONTE: Sistema GEOSITE (adaptado pelo autor)

O GEOSITE é definido por Mendes (2007) como sendo o módulo de mapeamento geográfico, desenvolvido para acesso e atualização de base de dados via internet. Para o referido autor, o GEOSITE é classificado como Sistema de Informações Geográficas (SIG\_Web) e destina-se a gestão do Mapeamento Urbano Básico (MUB) dos municípios e distritos do Estado de Minas Gerais.

Os dados de localidade, logradouro, endereço, bairro, edificações, aglomerado e praças são exemplos de dados de Mapeamento Urbano Básico, conforme afirma Mendes (2007).

Em sua obra, Mendes (2007) trata o GEOSITE como um Módulo e não como um Sistema. Até o ano de 2007, o GEOSITE possuía apenas uma ferramenta (o que atualmente chamamos de módulo do GEOSITE) destinada ao MUB. Além disto, no contexto de seu estudo, Mendes (2007) situa o GEOSITE na estrutura do Sistema Integrado de Defesa Social (SIDS).

O SIDS foi oficialmente instituído por intermédio do Decreto Estadual nº 43.778 de 12 de Abril de 2004, afirma Rocha, Júnior e Gontijo (2008). Estruturado como um sistema modular e integrado de forma a permitir a gestão das informações de Defesa Social, em especial aquelas afetas a ocorrências policiais, de bombeiros e à investigação. Também está previsto nesta estrutura o processo judicial e à execução penal.

Convencionou-se que o compartilhamento de informações deveria funcionar interagindo sistemas de dados e conhecimentos sobre os cenários da Defesa Social, sobretudo sobre a criminalidade no tempo e no espaço, permitindo a gestão das informações que vão desde o atendimento das emergências policiais e de bombeiros, até a investigação policial, a gestão de inquéritos, processos judiciais e a execução penal, sem desprezar, em curto prazo, arquiteturas já existentes e em uso nos órgãos vinculados, buscando, nestes casos, a interatividade desses sistemas naquilo que for necessário ao atendimento dos objetivos do Sistema Integrado de Informações de Defesa Social – SIDS. (ROCHA, JÚNIOR e GONTIJO, 2008)

Afirma Mendes (2007) que alguns módulos do SIDS derivam da solução de sistemas adquirida pela Polícia Militar de Minas Gerais da empresa canadense *Mobilair Integration* no ano de 2002 e que os principais módulos do SIDS são: módulo de atendimento de ligações, módulo de controle e atendimento e despacho (SIDS\_CAD), módulo administrativo policial (SIDS\_CAD\_ADM), módulo de cartografia digital (GEOSITE), módulo de polícia judiciária (PCNet), módulo de estatística espacial (este ainda não desenvolvido em 2007), módulo de consulta de informações de segurança pública (ISP) e o Armazém de informações do Sistema Integrado de Defesa Social.

Integra, ainda, como um módulo do SIDS, o Registro de Eventos de Defesa Social (REDS), implantado numa primeira fase em Belo Horizonte, Minas Gerais, a partir do mês de julho de 2005, conforme afirma Mendes (2007).

O GEOSITE evoluiu nestes últimos anos em decorrência de demandas internas, e que provocaram uma reestruturação de suas ferramentas.

O que antes era apenas um módulo do SIDS para atualização de base de dados cartográficos, fornecimento de dados de endereço, base para monitoramento de viaturas, estatística espacial e geoprocessamento e ferramenta auxiliar no planejamento de operações, conforme afirma Mendes (2007), atualmente está estruturado em um Sistema de Informação Geográfica composto de módulos próprios, cada qual com funções específicas e ferramentas dedicadas a cada finalidade, integrado aos módulos do SIDS.

Com esta nova estrutura, gerenciada pela PMMG, o GEOSITE não é mais considerado um módulo do Sistema Integrado de Defesa Social, mas um sistema integrado aos demais sistemas do SIDS. Sua função nesta integração é a de fornecer base de dados georreferenciada (mapas, endereços, imagens de satélites, fotografias aéreas, dentre outras), ferramentas para

estatística espacial, monitoramento de viaturas por GPS, e demais aplicações que necessitem de dados cartográficos.

Outra mudança considerável na estrutura do GEOSITE foi a área de abrangência de seus dados. Concebido para Mapeamento Urbano Básico (MUB), atualmente o sistema abrange toda área rural e rodoviária com ferramentas desenvolvidas exclusivamente para este tipo de levantamento e cadastramento de informações.

#### 4.2 Composição do Sistema

O SIG desenvolvido pela Polícia Militar de Minas Gerais denominado GEOSITE é composto pelos módulos de Cartografia Digital ou Mapeamento Urbano Básico (GEOSITE MUB), que apesar de ainda ter esta nomenclatura, também se destina ao mapeamento rural e rodoviário, módulo de Geoprocessamento e Estatística (GEOSITE Geo-Estatística), módulo de Mapa do Sistema de Controle de Atendimento e Despacho (GEOSITE MapCAD) e o módulo de Monitoramento de Recursos/Viaturas com GPS (GEOSITE GPS/AVL).

##### 4.2.1 GEOSITE MUB

É considerado o módulo principal do SIG GEOSITE, pois a partir dele todos os demais módulos são estruturados. A base de mapas do GEOSITE MUB e seus atributos são o ponto de partida para os demais módulos e aplicações.

O GEOSITE MUB destina-se ao mapeamento dos municípios do Estado de Minas Gerais, incluindo áreas rurais e as rodovias, mediante o armazenamento de dados geográficos convencionais e espaciais: tipo e nome de logradouro, número do imóvel, tipo de edificação, praças, aglomerados, bairros, obras de arte, hidrografia, marco quilométrico, endereços rurais, dentre outros.

Segundo Mendes (2007), o grande diferencial do GEOSITE na comparação com outros sistemas de mapeamento urbano desenvolvidos no mercado refere-se ao fato de ter sido desenvolvido para o ambiente de Internet. Esta característica permite que dados sejam atualizados a distância (remotamente) pelos usuários do SIDS, após um processo de treinamento e cadastro. Na FIG. 6 a tela inicial do GEOSITE MUB com sua interface de interação com o usuário via Internet.

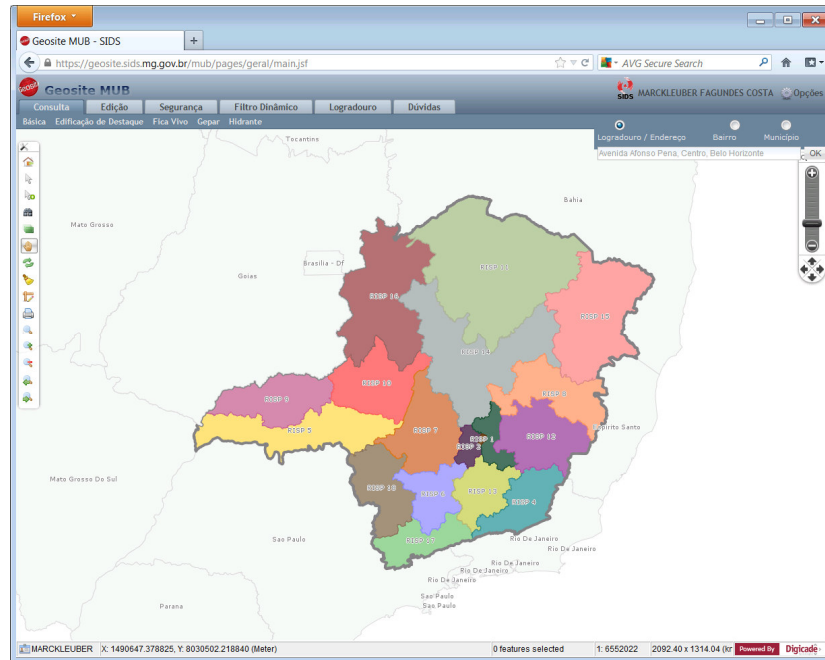


FIGURA 6 - Tela inicial do GEOSITE MUB

FONTE: Sistema GEOSITE

O módulo permite a gestão e construção do Mapeamento Urbano Básico dos municípios e distritos do Estado de Minas Gerais, servindo como fonte de endereços (urbano, rural e rodoviário) para outros módulos do SIDS, a exemplo do módulo de Registro de Eventos de Defesa Social (REDS) e módulo de Controle de Atendimento e Despacho (CAD). Estes dados (endereços) fornecidos pelo GEOSITE MUB são fundamentais para a espacialização dos crimes (mapeamento criminal) e elaboração da análise criminal a partir da utilização do módulo GEOSITE Geo-Estatística ou de outros aplicativos capazes de receber estes dados.

#### 4.2.2 GEOSITE Geo-Estatística

O módulo permite a espacialização (mapeamento) ou o geoprocessamento de eventos de defesa social, atividades e operações policiais, as chamadas de emergência e a elaboração de mapas com a identificação das áreas de maior incidência de criminalidade, conhecidas como Zonas Quentes de Criminalidade (ZQC).

O grande diferencial desse módulo reside no fato de integrar dados de várias aplicações e a utilização da tecnologia via Internet. Exemplo dessa integração é a possibilidade de utilização dos dados do REDS, CAD e PCNet diretamente na base de mapas do GEOSITE para o mapeamento criminal e estatística espacial.

Esse módulo encontra-se na fase de especificação. O objetivo é conjugar e associar os recursos e informações disponíveis no Sistema de Informações Geográficas (GEOSITE) e os dados provenientes do módulo REDS, SIDS\_CAD e PCNet, para a partir de programas desenvolvidos pela equipe do Departamento de Estatística da UFMG, com base em determinadas técnicas e métodos estatísticos, produzir e disponibilizar para os operadores dos órgãos do sistema de defesa social, mapas estatísticos em diferentes formatos e níveis. (MENDES, 2007, p. 79)

O módulo GEOSITE Geo-Estatística foi desenvolvido no ano de 2008 e encontra-se operacional, estando disponíveis as funções de estatística, mapeamento e ainda recursos para monitoramento de viaturas com GPS. Sua interface inicial de trabalho pode ser verificada na FIG. 7. Note que a aplicação é bastante semelhante ao GEOSITE MUB (FIG. 6). Isto ocorre por que o SIG foi desenvolvido a partir de uma base cartográfica única e com interface padronizada. A principal diferença está nas funções e/ou comandos de acordo com a finalidade de cada módulo.

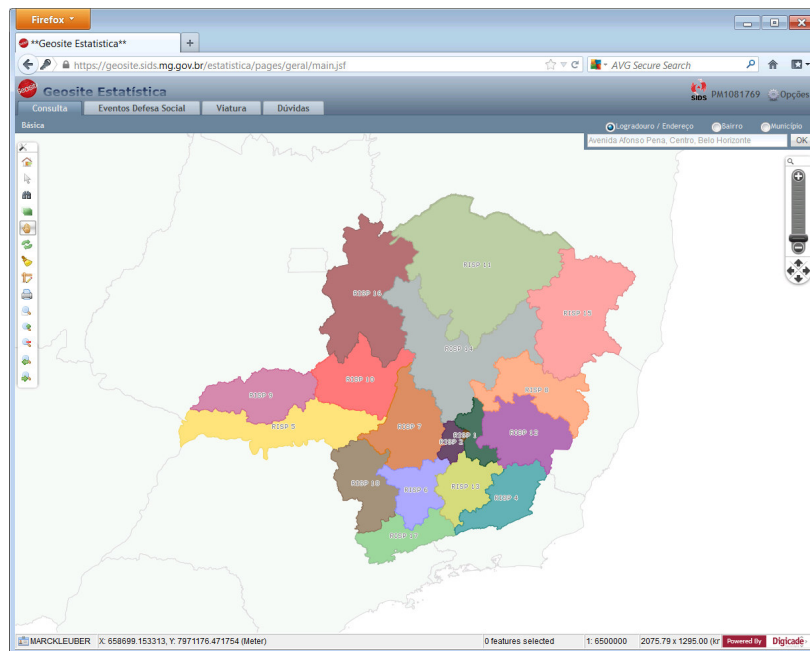


FIGURA 7 - Tela inicial do GEOSITE Geo-Estatística

FONTE: Sistema GEOSITE

O módulo recebe as atualizações cartográficas do GEOSITE MUB e, como fonte de dados para as análises criminais e demais atividades, os dados de outros módulos que compõem o SIDS como: REDS, CAD, Armazém de Dados, dentre outros. Exemplo de um mapa de pontos para análise criminal pode ser verificado na FIG. 8.

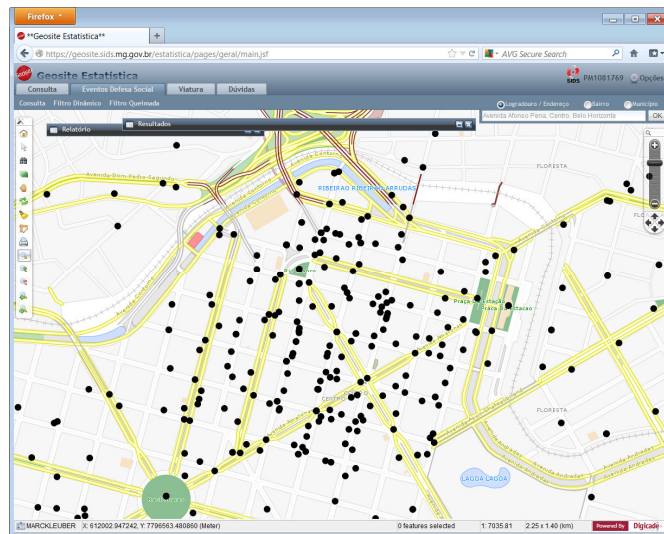


FIGURA 8 - Mapa de pontos para análise criminal no GEOSITE Geo-Estatística

FONTE: Sistema GEOSITE

A partir de um mapa de pontos é possível a realização de outros procedimentos, a exemplo da definição de uma Zona Quente de Criminalidade (ZQC) conforme FIG. 9.

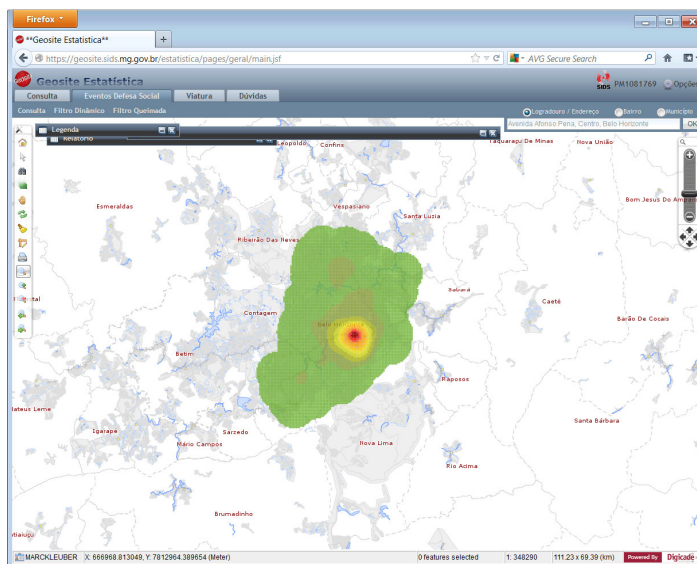


FIGURA 9 - Zona Quente de Criminalidade (ZQC) no GEOSITE Geo-Estatística

FONTE: Sistema GEOSITE

#### 4.2.3 GEOSITE MapCAD

O GEOSITE MapCAD é uma aplicação que permite ao usuário (atualmente o coordenador e os despachantes do Centro Integrado de Atendimento e Despachos – CIAD e os radio-

operadores das salas de operações das unidades) visualizar em um mapa a localização de viaturas com GPS, ocorrências e atividades/operações criadas no módulo CAD do SIDS.

Este módulo foi desenvolvido no ano de 2010 como uma ferramenta auxiliar no controle do atendimento e despacho de viaturas. Atualmente está implantado somente na região de atuação correspondente a 1ª, 2ª e 3ª Região Integrada de Segurança Pública (RISP), o que corresponde, geograficamente, a Região Metropolitana de Belo Horizonte e alguns municípios em seu entorno, área esta atendida pelo CIAD Belo Horizonte.

Seguindo a mesma estrutura dos demais módulos do SIG GEOSITE, possui a base de mapas compartilhada, oriunda do GEOSITE MUB e integra dados de outros módulos do SIDS. Na FIG. 10 pode ser verificado a interface do GEOSITE MapCAD. Destaca-se que a maior diferença em relação aos demais módulos está no mapa, por exibir apenas a região correspondente a 1ª, 2ª e 3ª RISP, diferente dos demais módulos que possuem o mapa do Estado de Minas Gerais completo.

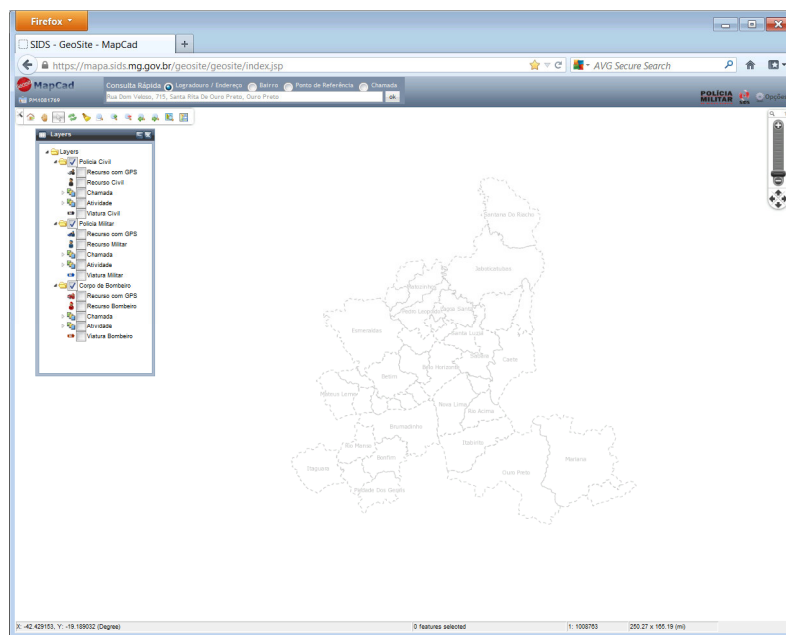


FIGURA 10 - Interface do GEOSITE MapCAD

FONTE: Sistema GEOSITE.

A partir do GEOSITE MapCAD é possível visualizar as viaturas que possuem GPS, acompanhar pelo mapa as chamadas telefônicas geradas via CIAD (190 – Polícia Militar, 193 – Corpo de Bombeiros Militar e 197 – Polícia Civil), as atividades/operações lançadas pelas Salas de Operações das Unidades/Frações (SOU/SOF) da Polícia Militar, Corpo de

Bombeiros e correspondente da Polícia Civil, locais onde há o lançamento de recurso operacional (efetivo), além de permitir toda a consulta de endereços e referências.

Um exemplo de dados que podem ser acompanhados pelo GEOSITE MapCAD são as chamadas de emergência geradas no CAD. Na FIG. 11, as ESTRELAS no mapa representam chamadas geradas via 190 para atendimento pela Polícia Militar. Cada cor representa uma evolução no andamento da chamada, de acordo com o módulo CAD.

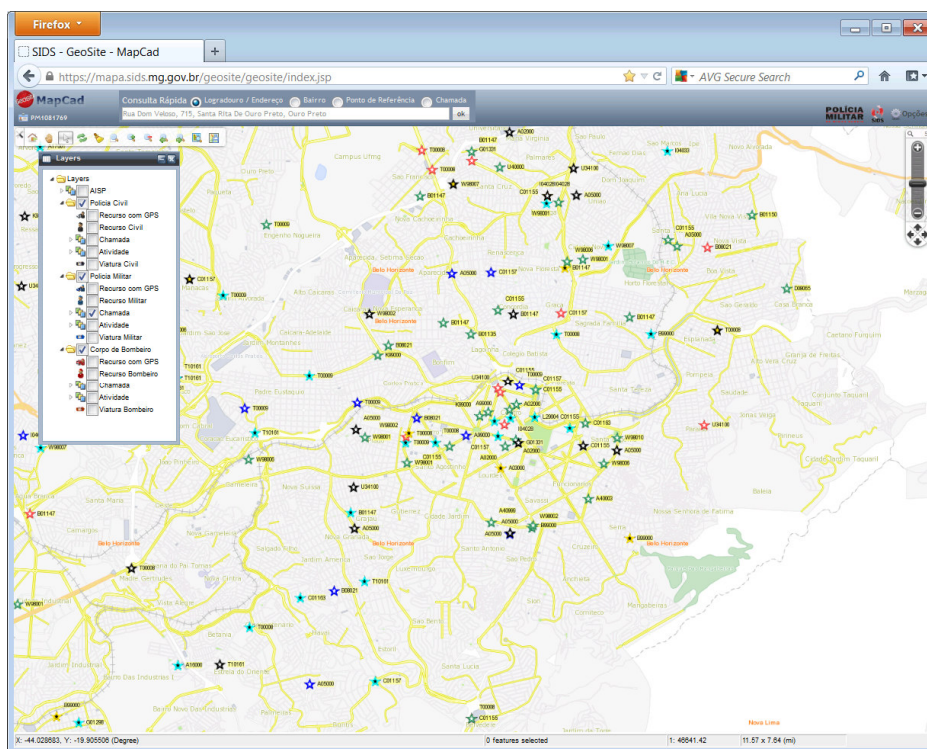


FIGURA 11 – Chamadas de emergência acompanhadas no GEOSITE MapCAD

FONTE: Sistema GEOSITE

A versatilidade deste módulo só é possível, pois, conforme descrito por Mendes (2007), o módulo CAD permite a total integração das ações operacionais entre a Polícia Militar, o Corpo de Bombeiros Militar e a Polícia Civil.

Tendo sido desenvolvido para exibir em um mapa as informações do CAD, o GEOSITE MapCAD se valeu desta integração operacional. A expansão deste módulo para os demais municípios de Minas Gerais está diretamente associado à instalação dos CIAD`s nas demais regiões do interior do Estado.

#### 4.2.4 GEOSITE GPS/AVL

Destinado exclusivamente ao controle de recursos com uso de GPS e desenvolvido na mesma plataforma que os demais produtos do SIG GEOSITE, este módulo apresenta-se como uma ferramenta para monitoramento e Localização Automática de Veículos (AVL). Foi incorporado ao SIG GEOSITE no ano de 2011.

O AVL pode ser um sistema independente ou incorporar, como um módulo, um sistema composto de outros recursos. Este é o caso do GEOSITE GPS/AVL, que possui ferramentas destinadas ao monitoramento de veículos via internet e integra a solução SIG GEOSITE como um módulo. Para a efetiva utilização das ferramentas AVL é necessário a integração com outras tecnologias.

Rastreamento é o processo de monitorar um objeto enquanto ele se move. Hoje em dia é possível monitorar a posição ou movimento de qualquer objeto, utilizando-se de equipamentos de GPS aliados a links de comunicação. O casamento GPS + comunicação é necessário pois o receptor GPS localiza sua própria posição; esta deve ser transmitida via canal de comunicação para uma central que fará efetivamente o monitoramento. Esta tecnologia é comumente conhecida como AVL (*Automatic Vehicle Location*). (MONTEIRO e BEZERRA, 2003, p.6)

Verifica-se que é preciso compor um ambiente para a efetiva atividade de monitoramento de um veículo ou frota de veículos. Os veículos devem possuir o receptor GPS de localização instalado com uma forma de envio de dados a uma central que, por sua vez, deve possuir um software destinado a receber, armazenar e fornecer mecanismos de consulta acerca dos dados enviados.

Na estrutura do SIDS, em seus sistemas informatizados, foi adotado o termo recursos. Segundo Mendes (2007), nesta estrutura, recursos são as viaturas, policiamento a pé, dentre outros, disponíveis durante o turno de serviço. Desta forma, entende-se também, como recurso todo aparato operacional em condições de emprego pelos órgãos integrantes do SIDS, assim compreendido as viaturas convencionais (quatro rodas), motos, barco, bicicleta, aeronave, policiamento a pé, montado, transporte de tropa, etc.

O módulo GEOSITE GPS/AVL possui ferramentas capazes de facilitar as atividades de coordenação e controle de forma a permitir que o usuário do módulo possa, utilizando destas ferramentas, fazer todo o acompanhamento de uma viatura (e qualquer outro recurso) que possua GPS instalado. Este acompanhamento pode ser em tempo real, em data passada ou

mediante alertas no sistema e/ou por mensagens de correio eletrônico (*e-mail*). Na FIG. 12 a tela inicial do módulo com interface seguindo o mesmo padrão dos demais produtos do SIG GEOSITE.

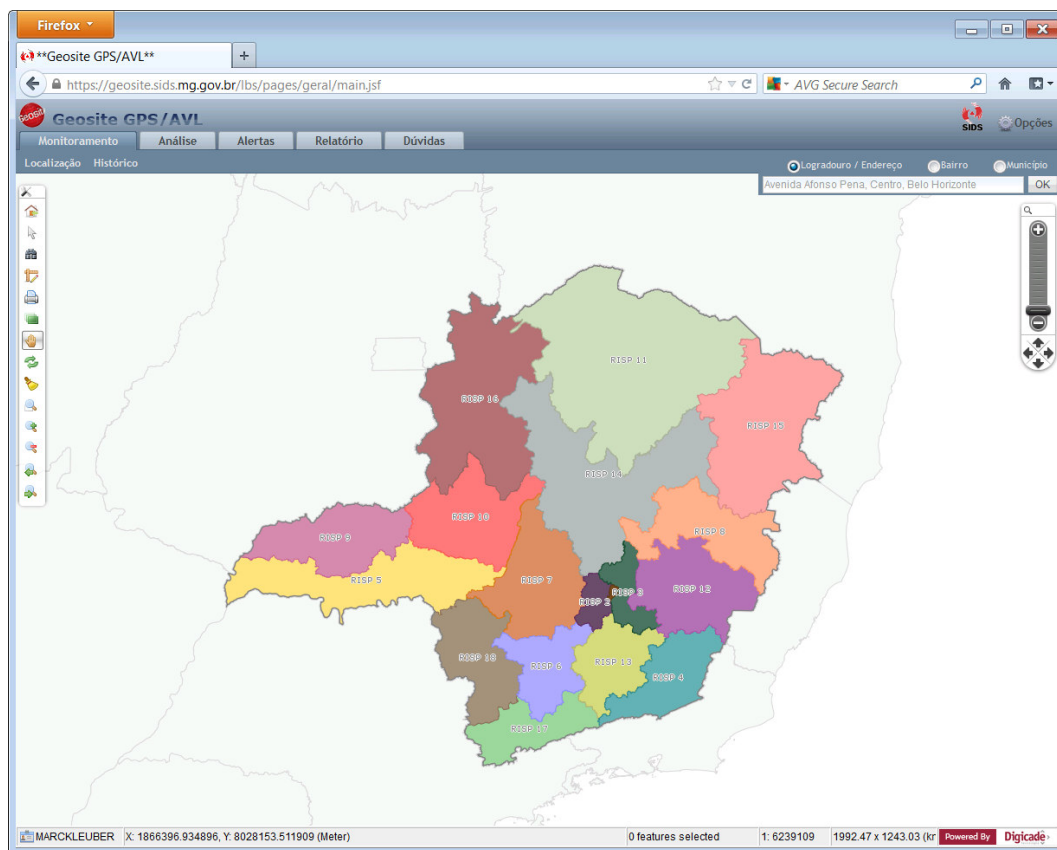


FIGURA 12 - Tela inicial do módulo GEOSITE GPS/AVL

FONTE: Sistema GEOSITE

Doravante, neste trabalho, a abordagem será feita somente referindo-se às viaturas, por ser o objetivo da pesquisa. No entanto deve ficar entendido que os demais recursos também podem se valer dos resultados aqui obtidos, necessitando, em alguns casos, ajustes na metodologia.

O módulo GEOSITE GPS/AVL possui funcionalidades específicas para o monitoramento de veículos com GPS. São inúmeras as possibilidades de uso deste sistema, que, combinados com situações reais no dia-a-dia, pode se apresentar como uma ferramenta efetiva de gestão operacional e administrativa da frota de veículos.

#### 4.2.4.1 Funcionalidades

Para a utilização do módulo GEOSITE GPS/AVL e obtenção de resultado com o uso de suas ferramentas de monitoramento, coordenação e controle é necessário que o veículo (viatura) alvo da ação de monitoramento possua um GPS de localização instalado e configurado para envio dos dados diretamente para o banco de dados do SIG GEOSITE, de acordo com características pré-definidas conforme discutido na seção 3.

##### a) Localização de viaturas com GPS

A localização de uma viatura que possui um GPS instalado é exibida diretamente no mapa que compõe a base cartográfica oriunda do SIG GEOSITE (módulo GEOSITE MUB), conforme FIG. 13. O veículo é representado por um símbolo de acordo com o tipo e seu posicionamento no momento do envio do último par de coordenadas.

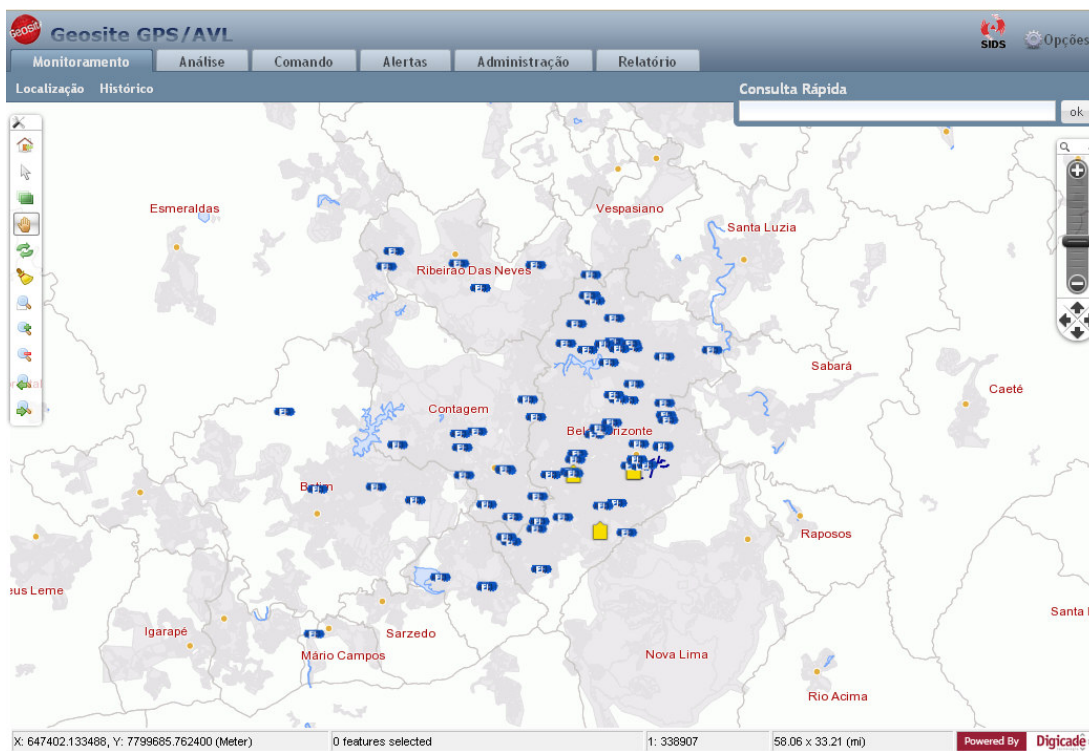


FIGURA 13 - Posicionamento das viaturas com receptor GPS no GEOSITE GPS/AVL

FONTE: Sistema GEOSITE

A frequência de envio de dados do GPS (veículo) ao módulo GEOSITE GPS/AVL depende da tecnologia de transmissão de dados e das características do receptor GPS/transmissor.

Quanto menor o tempo de envio dos dados, mais preciso será a identificação da posição da viatura em determinado momento.

Um duplo clique sobre o ponto/viatura exibe informações previamente cadastradas (atributos enviados pelos veículos) conforme FIG. 14.

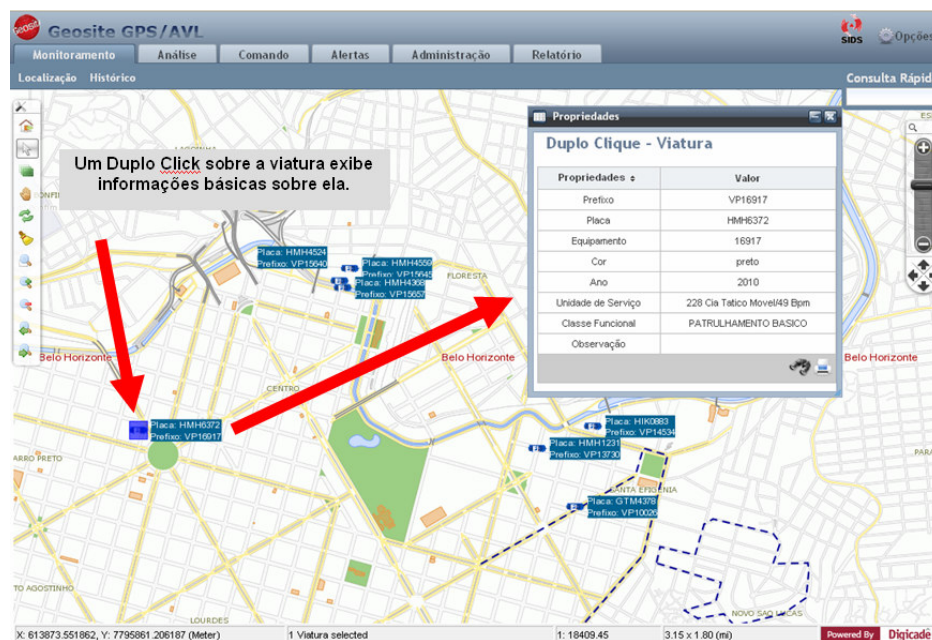


FIGURA 14 – Exemplo de informações disponíveis sobre a viatura no GEOSITE GPS/AVL  
 FONTE: Sistema GEOSITE (adaptado pelo autor)

Os atributos enviados ou que poderão ser enviados são todos aqueles descritos na Seção 3 (3.3.1 Básico e 3.3.2 Avançado ou Adicional) e ainda dados de identificação do veículo, condutor e ocupantes previamente cadastrados.

#### b) Histórico de deslocamento e/ou posicionamento de viaturas com GPS

O histórico da viatura (monitoramento em data passada) é exibido de duas formas. Inicialmente em uma tabela descritiva com cada posição enviada pela viatura, conforme pode ser verificado na FIG. 15. Esta tabela informa a ordem do conjunto de pontos (posição enviada), data/hora, endereço, velocidade, sentido de deslocamento e demais atributos disponíveis.

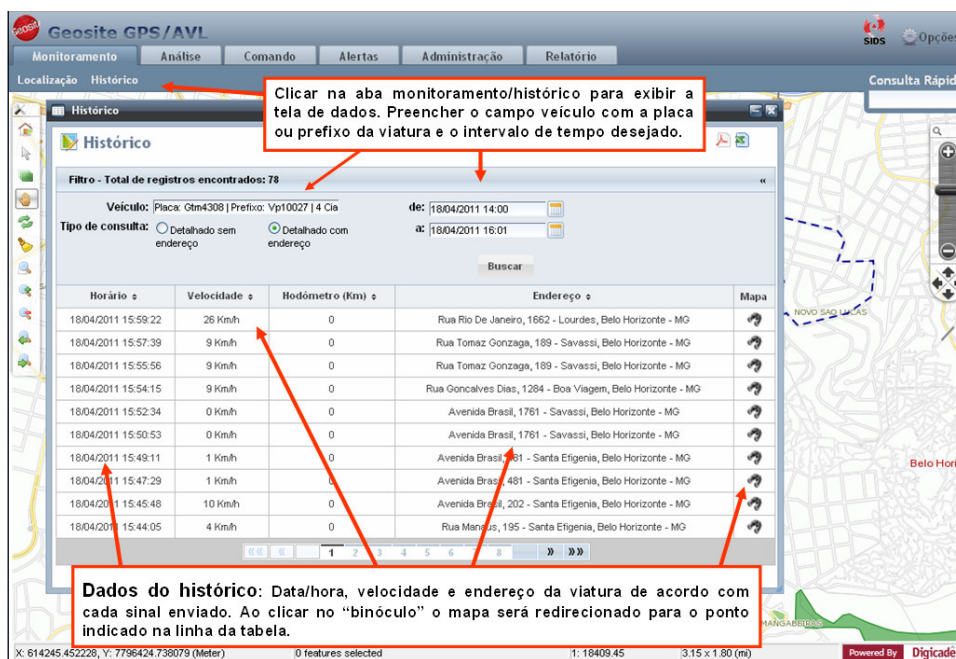


FIGURA 15 – Histórico de posicionamento da viatura no GEOSITE GPS/AVL

FONTE: Sistema GEOSITE (adaptado pelo autor)

Posteriormente o deslocamento e/ou a posição da viatura é representado em um mapa de acordo com a hierarquia de seu deslocamento, com os pontos interligados no sentido do deslocamento, conforme FIG. 16.

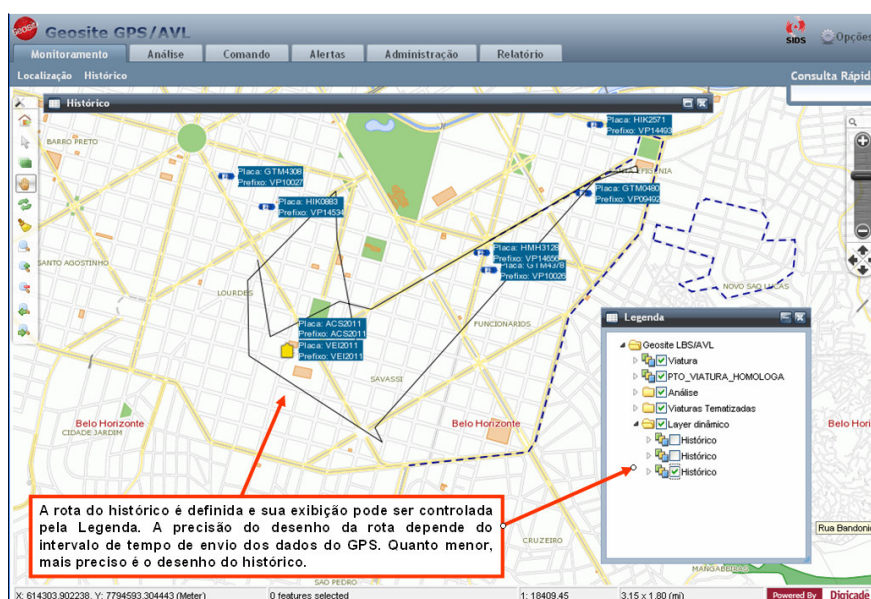


FIGURA 16 – Histórico de deslocamento da viatura no GEOSITE GPS/AVL

FONTE: Sistema GEOSITE (adaptado pelo autor)

Uma seta indica o caminho realizado e um número a ordem de deslocamento pelos pontos (a seta e a ordem de deslocamento não estão exibidos na FIG. 16 em virtude da escala do mapa capturado como exemplo).

A pesquisa de histórico da viatura pode ser realizada por intervalo de data/hora, prefixo, placa, município, unidade de origem do recurso e/ou selecionando/criando um polígono em determinado local do mapa.

### c) Pontos de controle

O GEOSITE GPS/AVL permite criar pontos de controle, conforme FIG. 17. Estes pontos podem ser utilizados como marcos para as atividades de coordenação e controle.

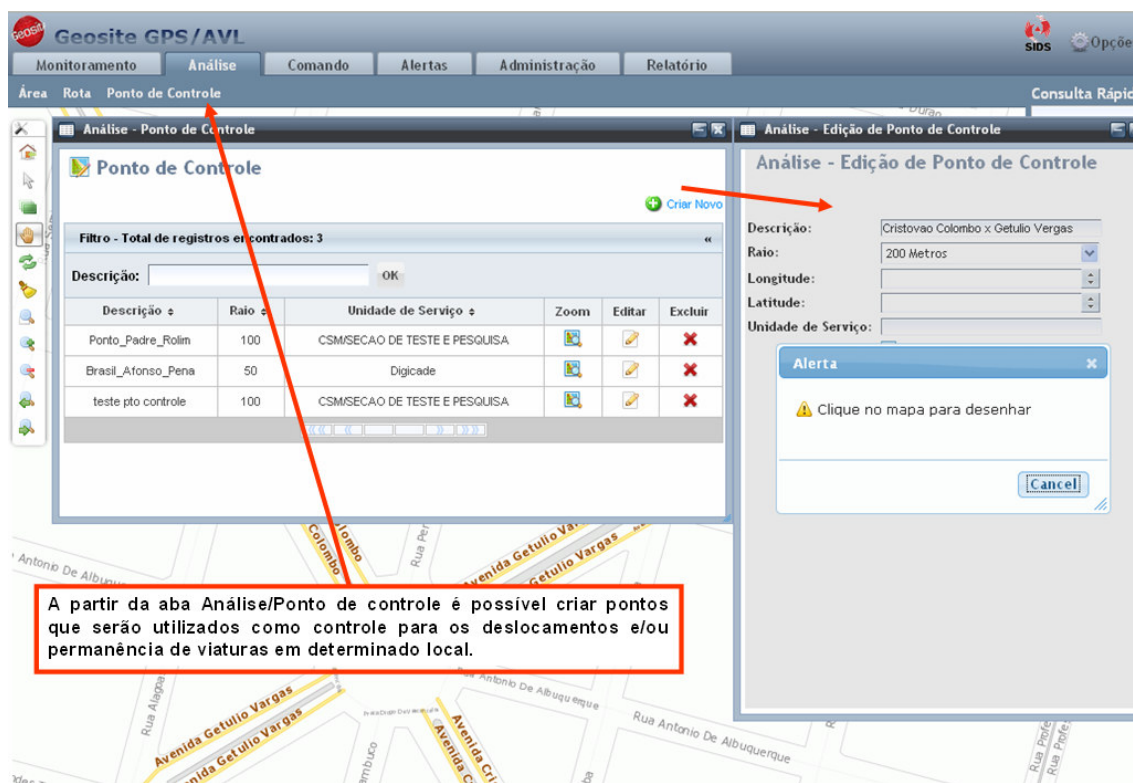


FIGURA 17 – Recurso que permite criar ponto de controle no GEOSITE GPS/AVL

FONTE: Sistema GEOSITE (adaptado pelo autor)

Os pontos são criados diretamente no mapa, independente da existência de um endereço no local. Para cada ponto de referência é atribuída uma metragem que considera a distância em

que a viatura será detectada neste local, conforme pode ser verificado na FIG. 18. Esta distância equivale ao raio de um círculo a ser gerado, automaticamente, no entorno do ponto.

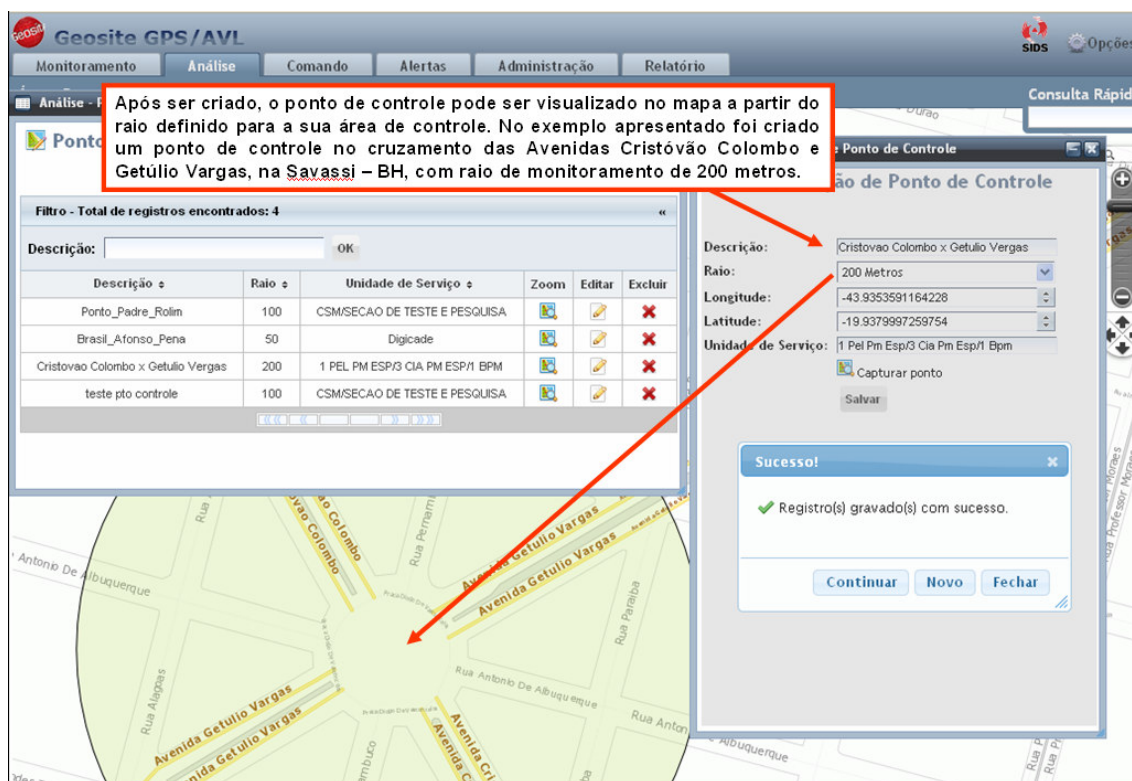


FIGURA 18 – Ponto de controle criado no GEOSITE GPS/AVL

FONTE: Sistema GEOSITE (adaptado pelo autor)

Um ou mais pontos de referência podem ser atribuído a uma ou mais viaturas. Seus dados são obtidos através de um relatório de rota por pontos de referência para cada veículo. O alerta é disparado sempre que a viatura entrar e/ou sair da área delimitada pelo raio do ponto de controle.

#### d) Cerca eletrônica

O módulo possui uma ferramenta para desenhar áreas (polígonos) para criação, por exemplo, dos locais de patrulhamento e/ou permanência de uma viatura. Este recurso tem como finalidade exercer a função de uma cerca eletrônica, ou seja, existe fisicamente apenas no mapa do GEOSITE GPS/AVL, mas possui uma relação com o local (espaço) onde a viatura deverá atuar, limitando e/ou direcionando o deslocamento do veículo, conforme FIG. 19.

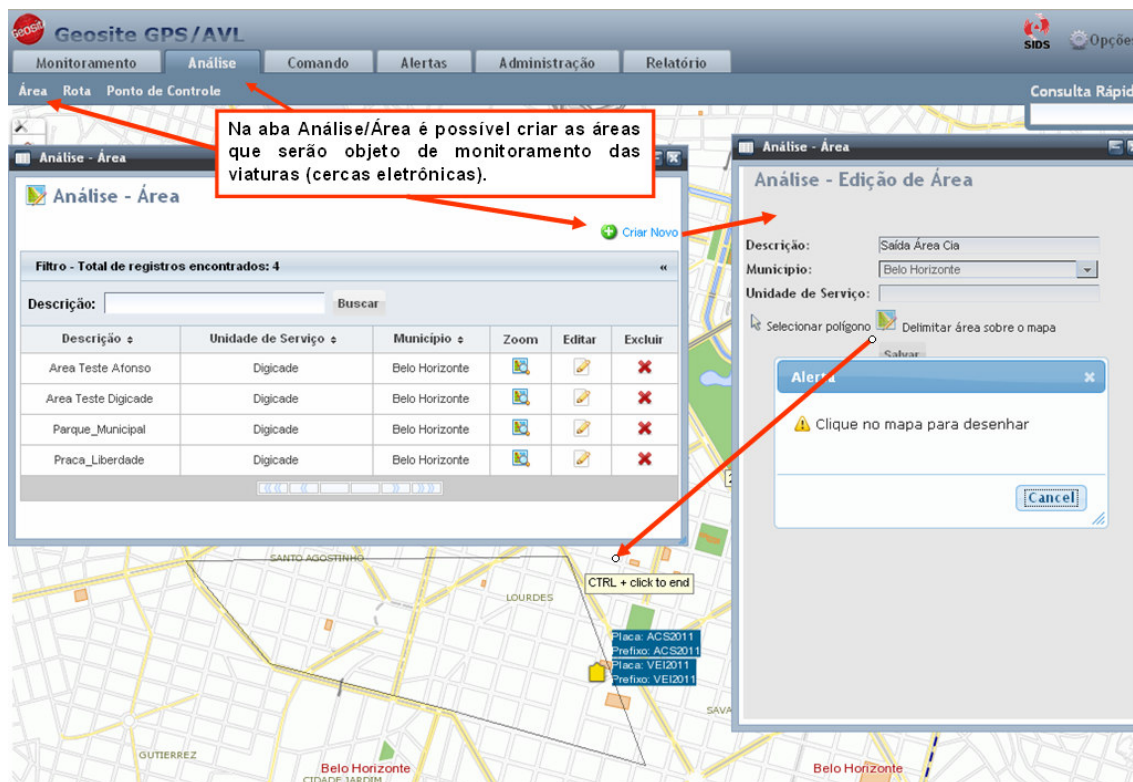


FIGURA 19 – Recurso que permite criar cerca eletrônica no GEOSITE GPS/AVL

FONTE: Sistema GEOSITE (adaptado pelo autor)

As áreas demarcadas são utilizadas para várias atividades de coordenação e controle, podendo, ainda, serem utilizadas as já existentes no mapa do SIG GEOSITE, como bairros, setores de policiamento, os limites das Áreas Integradas de Segurança Pública (AISP), limites municipais, dentre outros.

Para cada área criada ou existente pode ser atribuído uma ou mais viaturas em determinada data/hora, intervalo de data/hora ou independente de data/hora. Sempre que uma viatura entrar ou sair da área delimitada, e que foi atribuída a ela, um alerta é criado no GEOSITE GPS/AVL.

Este alerta pode ser monitorado diretamente no módulo, via relatórios e/ou enviado a um (ou mais) *e-mail* (endereço de correio eletrônico) previamente cadastrado, conforme FIG. 20. Este *e-mail* pode ser do usuário responsável pelas atividades de coordenação e controle, por exemplo, no turno de serviço, do comandante da unidade ou de qualquer outro militar que exerça tais funções.

e) Relatório de entrada e saída de área e/ou ponto de referência.

Este relatório exhibe os dados da viatura sempre que esta entrar ou sair de uma área previamente demarcada (sistema de cerca eletrônica), conforme FIG. 20. Sempre que uma das viaturas cadastrada em um determinado limite (Ex: área de uma Companhia ou de um Batalhão ou qualquer área criada conforme descrito na seção 4, item 4.2.4.1, Cerca eletrônica) entrar ou sair desta área é enviada uma mensagem de aviso.

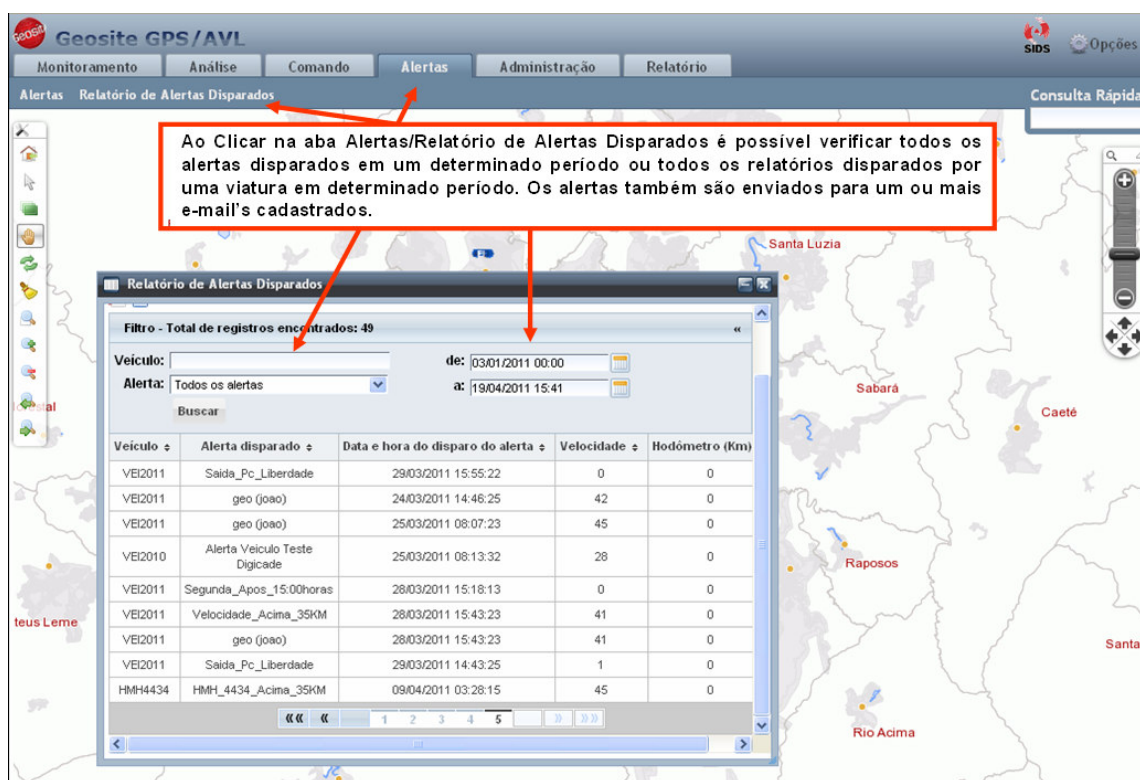


FIGURA 20 – Relatório de alertas no GEOSITE GPS/AVL

FONTE: Sistema GEOSITE (adaptado pelo autor)

Ao criar um limite ou associar a um existente, o responsável poderá definir um ou mais endereço de correio eletrônico (*e-mails*) que receberão essa notificação ou monitorar através da tela de alarmes.

f) Gerenciamento de deslocamento de viaturas com GPS

O gerenciamento de deslocamento é realizado através de um relatório com o cumprimento ou não de uma rota previamente definida, recurso este demonstrado na FIG. 21. Por esta

ferramenta o usuário pode verificar se a viatura monitorada cumpriu um planejamento previamente atribuído a ela, como a passagens em determinados logradouros e a permanência em determinado local (ponto de referência) durante, por exemplo, o turno de patrulhamento.

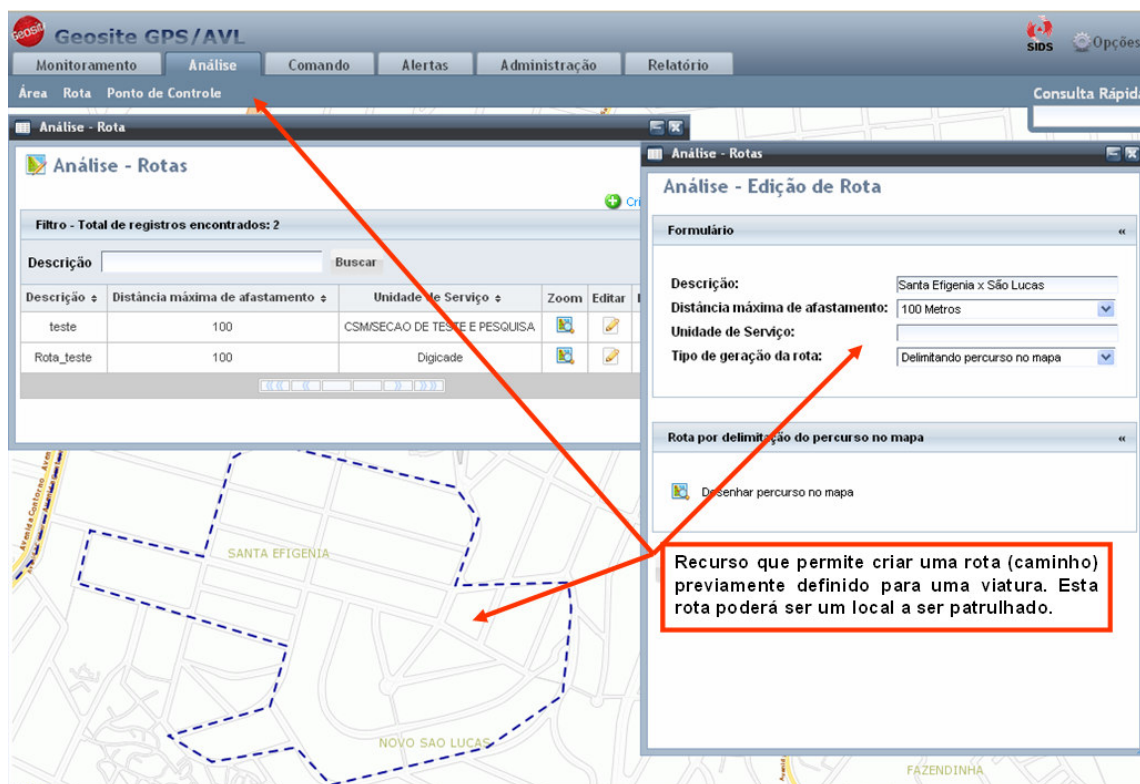


FIGURA 21 – Definição de rota para viatura no GEOSITE GPS/AVL

FONTE: Sistema GEOSITE (adaptado pelo autor)

Esta ferramenta permite, ainda, a criação de uma rota definindo o deslocamento de uma viatura, usando como base o mapa e seus objetos mapeados. Este recurso (criação de rota) pode ser utilizado para definição de um roteiro de patrulhamento ou um cartão programa. Pode ser definido o caminho de uma viatura, paradas e tempo de permanência em determinados locais.

#### g) Relatório de informações de viaturas com GPS

Relatório destinado a exibir os dados básicos da viatura em um determinado período. A função principal deste recurso é listar, de forma resumida, os dados enviados pelo veículo e/ou os critérios de monitoramento associados a ele, como por exemplo, a data/hora dos dados

enviados, área, ponto ou rota associada a ele, tempo de deslocamento ou tempo de parada no intervalo verificado, dentre outros.

Este relatório poderá exibir, ainda, dados da atividade operacional da viatura durante o turno de serviço, como exemplo, o efetivo, o local de patrulhamento, empenho (função que está exercendo naquele momento como atendimento a uma ocorrência ou a execução de uma operação), dentre outros e dados informativos da viatura como datas de revisões, trocas de óleo e manutenções preventivas.

#### h) Relatório de atividades de equipamentos

Um dos problemas que podem prejudicar um sistema de monitoramento por GPS é o não envio dos dados. Este relatório tem por finalidade exibir os dados dos equipamentos que estão ou não transmitindo informações, relacionados a um determinado veículo, enviando um alerta em caso de problemas no equipamento GPS, conforme FIG. 22. Esta função é destinada a verificar defeitos e/ou tentativas de fraude.

Neste relatório é possível consultar todas as viaturas que estão transmitindo sinal em um período ou uma viatura específica. Clicar na aba Relatório/Transmissão e inserir os dados de acordo com a necessidade da consulta.

Descrição	Placa	Unidade de Serviço	Último Processamento	Serial	IMEI
VP15592	HMH4436	19 CIA PM TATICO MOVEL/16 BPM	19/04/2011 11:58:09	15592	
VP09467	GTM0331	19 CIA PM TATICO MOVEL/16 BPM	19/04/2011 12:06:05	9467	
VP14019	HMH1527	13 COMPANHIA PM TATICO MOVEL/13 BPM	19/04/2011 12:30:39	14019	
VP15603	HMH4486	25 COMPANHIA PM TATICO MOVEL/18 BPM	19/04/2011 13:02:32	15603	
VP15230	HK2494	16 COMPANHIA PM ESPECIAL/13 BPM	19/04/2011 13:02:42	15230	
VP13738	HMH1241	21 COMPANHIA PM ESP/34 BPM	19/04/2011 13:03:38	13738	
VP15708	HMH4544	14 COMPANHIA PM ESP/49 BPM	19/04/2011 13:29:39	15708	
VP15231	HK2497	16 COMPANHIA PM ESPECIAL/13 BPM	19/04/2011 13:30:01	15231	
VP14354	HMH2142	132 COMPANHIA PM ESP/39 BPM	19/04/2011 13:31:52	14354	
VP15648	HMH4418	2 CIA ROTAMBTL ROTAM	19/04/2011 14:40:02	15648	

FIGURA 22 – Relatório de atividades de equipamentos no GEOSITE GPS/AVL

FONTE: Sistema GEOSITE (adaptado pelo autor)

i) Envio de mensagens

Essa funcionalidade permite a configuração do equipamento GPS remotamente através do envio de mensagens pré-estabelecidas, como por exemplo, tempo de envio de dados, configuração de sensibilidade do GPS, escuta remota, dentre outras incluindo alarmes sonoros no equipamento.

j) Aviso de alerta

O GEOSITE GPS/AVL possui uma central de análise de tempos e movimentos, desenvolvida como um recurso do módulo destinado a Localização Automática de Veículos (AVL). Esta central se destina a receber os dados enviados pelas viaturas com GPS e interpretá-los de acordo com as pré-definições impostas a cada veículo (viatura). Sendo uma situação que resulte em um alerta (viatura saiu da sua área de policiamento, a título de exemplo) um alerta será disparado.

Este alerta será exibido na interface do módulo GEOSITE GPS/AVL, no caso em que o usuário estiver monitorando o veículo (ou outros veículos) diretamente pela ferramenta e/ou através do envio de uma mensagem de correio eletrônico (*e-mail*) previamente cadastrado.

k) Sistema de segurança e acesso ao módulo

A utilização do módulo GEOSITE GPS/AVL por parte dos diversos usuários somente é possível a partir de um cadastro prévio de acordo com grupos de usuários definidos de forma a respeitar a hierarquia funcional das Unidades Operacionais e administrativas da PMMG.

O sistema de grupos de usuários foi desenvolvido de forma a permitir que um determinado usuário (um comandante de companhia de uma das unidades da PMMG, por exemplo) possa monitorar as viaturas que estão subordinadas funcionalmente a este usuário. O sistema de segurança também permite associações de usuários a viaturas fora da hierarquia funcional, em situações devidamente justificadas e necessárias, a exemplo de apurações em procedimentos administrativos.

Usuários pertencentes a unidades que necessitam de realizar acompanhamento em viaturas de diversas outras unidades, a exemplo do militares da Diretoria de Apoio Logístico (DAL), Corregedoria da Polícia Militar (CPM), Segunda Seção do Estado-Maior (PM2), dentre

outros, podem receber perfil de acesso para esta finalidade independente da hierarquia funcional.

A regulamentação sobre a utilização do sistema de monitoramento, principalmente no que se refere a definição de quais usuários poderão ter acesso a determinados veículos não faz parte dos objetivos desta pesquisa, devendo ser normatizado pelo Comando da PMMG.

Nesta seção foi apresentado o SIG GEOSITE e seus módulos, em especial o GEOSITE GPS/AVL destacando-se as principais ferramentas disponíveis e que poderão ser utilizadas para auxiliar as atividades de coordenação e controle e gestão de frota. Na seção 5 apresentar-se-á a Polícia Militar de Minas Gerais e as atividades de coordenação e controle e de gestão de frota que poderão ser executadas através do GEOSITE GPS/AVL.

## 5 A POLÍCIA MILITAR NO CONTEXTO DA SEGURANÇA PÚBLICA

O artigo 144 da Constituição da República de 1988 estabelece a competência dos órgãos responsáveis pela garantia da segurança pública e reserva às polícias militares o exercício da polícia ostensiva e a preservação da ordem pública.

Art. 144 - A segurança pública, dever do Estado, direito e responsabilidade de todos, é exercida para a preservação da ordem pública e da incolumidade das pessoas e do patrimônio, através dos seguintes órgãos:

I - ...

V- polícias militares e corpos de bombeiros militares.

§ 1º - ...

§ 5º - Às polícias militares cabem a polícia ostensiva e a preservação da ordem pública; aos corpos de bombeiros militares, além [...] (BRASIL, 1988)

A Constituição do Estado de Minas Gerais (CE/MG) observou os limites da Constituição federal, mas definiu a amplitude da competência da PMMG, principalmente na garantia do poder de polícia dos demais órgãos e entidades públicos, conforme se observa:

Art. 142 - A Polícia Militar e o Corpo de Bombeiros Militar, forças públicas estaduais, são órgãos permanentes, organizados com base na hierarquia e na disciplina militares e comandados, preferencialmente, por oficial da ativa, do último posto, competindo:

I - à Polícia Militar, a polícia ostensiva de prevenção criminal, de segurança, de trânsito urbano e rodoviário, de florestas e de mananciais e as atividades relacionadas com a preservação e a restauração da ordem pública, além da garantia do exercício do poder de polícia dos órgãos e entidades públicos, especialmente das áreas fazendária, sanitária, de proteção ambiental, de uso e ocupação do solo e de patrimônio cultural; (MINAS GERAIS, 1989)

O dever Constitucional de garantir o poder de polícia dos demais órgãos e entidades públicos é reforçado na Diretriz Geral para Emprego Operacional da Polícia Militar de Minas Gerais, a qual ainda destaca os princípios da hierarquia e disciplina.

A Polícia Militar é a força pública estadual, organizada com base na hierarquia e disciplina e, constitucionalmente, é o órgão encarregado da garantia do exercício do poder de polícia dos órgãos e entidades públicos, especialmente das áreas fazendária, sanitária, de proteção ambiental, de uso e ocupação do solo e de patrimônio cultural. (MINAS GERAIS, 2010, p. 14).

A PMMG está presente nos 853 municípios do Estado. É uma organização bi-secular e que tem por base os princípios da hierarquia e disciplina. É o órgão encarregado da atividade de polícia ostensiva e prevenção criminal em Minas Gerais.

Para cumprir seu papel constitucional, a PMMG possui uma estrutura organizacional administrativa e operacional com funções bem definidas. A cadeia de comando e as autoridades organizacionais são apresentadas conforme a FIG. 23.

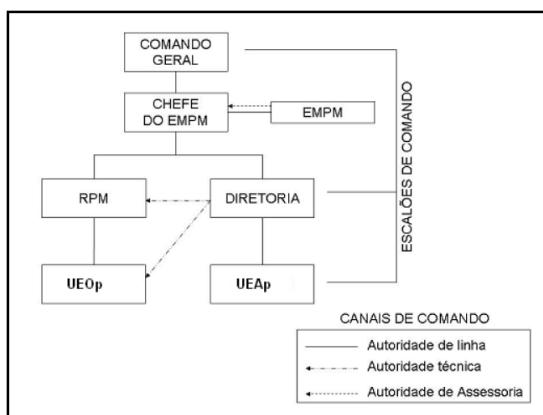


FIGURA 23 – Cadeia de Comando e Autoridades Organizacionais da PMMG

FONTE: MINAS GERAIS, 2010, p. 58 (Diretriz n. 3.01.01/2010)

Destaca-se da Diretriz Geral para Emprego Operacional da Polícia Militar de Minas Gerais (Diretriz nº 3.01.01/2010) que “a PMMG estrutura-se em três níveis decisórios: direção geral, direção intermediária, e nível de execução. Quanto à natureza das atividades, estrutura-se em atividade meio e atividade fim”. A estrutura organizacional da PMMG pode ser observada na FIG. 24.

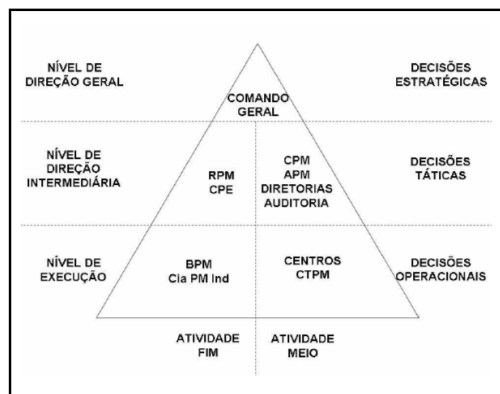


FIGURA 24 – Estrutura Organizacional da PMMG

FONTE: MINAS GERAIS, 2010, p.56 (Diretriz n. 3.01.01/2010)

A PMMG possui uma divisão territorial que, de forma representativa, divide o Estado de Minas Gerais em regiões, áreas, subáreas, setores e subsetores. Esses limites representam a responsabilidade das Regiões de Polícia Militar (RPM), batalhões, companhias, pelotões e grupos PM (que pode desdobrar-se em subgrupos). A descentralização dos serviços policiais e respostas autosuficientes e multifuncionais são exemplos de princípios inspiradores do modelo de articulação territorial.

O modelo de articulação territorial tem como princípios inspiradores uma maior proximidade aos cidadãos, a descentralização dos serviços policiais, e a modernização dos serviços relacionados com a atenção ao público. Articulado em respostas autosuficientes e multifuncionais, deverá permitir, utilizando critérios de descentralização, a adequação entre o serviço policial e as necessidades de segurança que surgem nos respectivos espaços geográficos. (MINAS GERAIS, 2010, p. 60) grifo nosso

A fim de garantir o pleno funcionamento desta estrutura, do Comando-Geral à unidade operacional de menor nível hierárquico, no território mineiro, é necessário instrumentos teóricos (regulamentos, normas, manuais, etc.) e práticos (supervisões, fiscalizações, sistemas, etc.) capazes de permitir e/ou auxiliar que cada integrante da PMMG possa executar as tarefas sob sua responsabilidade da melhor forma possível. No contexto deste trabalho, destacam-se as normas acerca da gestão da frota e de coordenação e controle.

### 5.1 Da coordenação e controle na PMMG

Dotar o Estado de ferramentas mais modernas para que seus gestores possam executar suas tarefas de forma mais eficiente é um desafio a ser vencido. Fountain (2005, p. 35) ressalta que “a tecnologia, por sua vez, é capaz de reformatar as organizações e as instituições de modo a adaptá-las à sua lógica”. Reformatar pode ser entendido como abrir espaço para novos conceitos, técnicas, formas de executar a atividade e adaptá-las à sua lógica como sendo a inovação frente a cada obstáculo dentro de uma organização.

Em uma abordagem gerencial, onde a tecnologia é fundamental para o sucesso dos processos, Fountain (2005, p. 35) afirma que “os arranjos institucionais incluem desde elementos em nível micro dentro das organizações até estruturas macro no Estado e na sociedade”. Assim, entende-se que as tecnologias e as mudanças de uma organização moderna estão reciprocamente interligadas.

A coordenação é uma atividade primordial no serviço público e em especial nas ações desenvolvidas pela PMMG em virtude de suas peculiaridades, como uso de armas de fogo, veículos do Estado, contato direto com a população, vasta área de atuação, dentre outros. A respeito da coordenação na gestão pública, Fountain (2005, p. 83) ressalta o que:

Uma das tarefas centrais da administração e da gestão pública é a projeção e a manutenção de organizações efetivas, em parte, pela coordenação, pela função e pelos fluxos de processos por canais mais ou menos sistemáticos, que transportam informação, atividade, produção e tomada de decisões.

A coordenação é uma ação vital para as organizações. É a partir da coordenação que os acompanhamentos dos trabalhos são realizados, por exemplo, para fins de cumprimento de metas e é nesta etapa que ajustes e rearranjos devem ser realizados para a correta execução de uma atividade. A coordenação visa harmonizar e conjugar esforços, conforme define Carnegie:

a sincronização ordenada de todos os esforços de um grupo para assegurar que aqueles esforços estão propriamente temporalizados e estão corretos, quer em quantidade quer em qualidade de trabalho esperado. Finalmente a coordenação envolve a direção da execução desses esforços de modo que eles sejam unificados e resultem em cumprimento eficaz de uma meta ou conjunto de metas. (CARNEGIE, 1978 apud SARAIVA, LUNARDI e LIMA 1995, p.27)

Com a mesma importância, o controle verifica se a execução está sendo desenvolvida de acordo com o planejado. Nesta etapa é importante as ações de intervenção, inclusive, corretivas. Jucius e Schilender (1990 apud SARAIVA, LUNARDI e LIMA 1995, p.19) afirma que “o controle é a função administrativa de restringir e regular vários fatores, de modo que os objetivos de uma empresa sejam alcançados pela maneira que foram planejados e organizados”.

Percebe-se que a coordenação e o controle são ações que devem ser executadas em conjunto a fim de proporcionar, a uma organização, a correta execução de suas atividades e metas propostas.

Atualmente o principal instrumento norteador das ações de coordenação e controle na PMMG é a Diretriz Nº 3.02.02/09-CG que estabelece orientações gerais para as atividades de coordenação e controle a serem realizadas no âmbito da PMMG e se fundamente em cinco princípios:

- (a) do **princípio constitucional da eficiência na Administração Pública**, contido no art. 37, caput, da Constituição Federal;
- (b) dos **eixos essenciais da segurança pública brasileira**, definidos pela Secretaria Nacional de Segurança Pública (SENASP/MJ) em especial “o desenvolvimento de ações preventivas planejadas e focalizadas”;
- (c) dos preceitos da **gestão pública gerencial, contidos na Reforma do Estado e Administração Pública Gerencial, Luiz Carlos Bresser Pereira e Peter Spink, 1995**;
- (d) da **importância das medidas de Coordenação e Controle** para a efetividade das intervenções da Polícia Militar; baseando-se na manutenção da hierarquia e disciplina, no fortalecimento dos princípios da participação comunitária, do respeito aos direitos fundamentais e da administração pública, notadamente a publicidade e a eficiência e;
- (e) dos **princípios da qualidade orientados pela Fundação Nacional de Qualidade**.

Percebe-se, ao se analisar os princípios, a preocupação institucional com a eficiência, com o planejamento de ações focadas na prevenção, com a gestão pública, com a coordenação e controle e por fim com a qualidade.

A Diretriz Nº 3.02.02/09-CG, destaca a hierarquia e a disciplina, a participação da comunidade e do respeito aos direitos humanos e a coordenação e controle como aspectos importantes a serem considerados:

Assim, a coordenação e o controle possuem um significado importante para as organizações policiais militares, em três aspectos. Primeiramente quanto à hierarquia e à disciplina, cujo instrumento é utilizado para o restabelecimento da cadeia de comando e para gerar o contato direto do comandante ou chefe com seus colaboradores diretos. Em segundo lugar, estão os aspectos da atividade policial, que incluem os princípios da participação da comunidade e do respeito aos direitos fundamentais, onde a coordenação da PM e o controle social proporcionam o direcionamento correto da atividade de policiamento. Por fim, a atividade de coordenação e controle fortalece os princípios da administração pública, entre eles a publicidade e a eficiência. (MINAS GERAIS, 2009, p. 10)

Assim, a manutenção e/ou o reestabelecimento da disciplina e hierarquia, o direcionamento correto da atividade policial e a publicidade e a eficiência nas ações executadas pela PMMG devem ser alvos e objetivos constantes das atividades de coordenação e controle.

Destaca-se, ainda, da Diretriz Nº 3.02.02/09-CG, alguns conceitos fundamentais para as atividades de coordenação e controle:

- a) **Coordenação:** É o ato ou efeito de harmonizar as atividades da Corporação, conjugando-se os esforços necessários na realização dos seus objetivos e da missão institucional. É realizada vertical e horizontalmente em todos os níveis da estrutura organizacional da Corporação.
- b) **Controle:** É o acompanhamento das atividades da Corporação, por todos os que exercem comando, chefia ou direção, de forma a assegurar o recebimento, a compreensão e o cumprimento das decisões do escalão superior, pelo órgão considerado, possibilitando, ainda, identificar e corrigir desvios.
- c) **O controle direto (imediato):** É realizado através do acompanhamento concomitante com a execução das atividades.
- d) **O controle indireto (mediato):** É realizado através da análise de relatórios, mapas, rotinas dos sistemas informatizados, planos e ordens e outros documentos produzidos. Considerando que a administração pública deve se pautar pelos princípios da economicidade, celeridade e da eficiência, o controle indireto deverá ser exercido cada vez mais através dos sistemas informatizados disponíveis, entre eles a intranet PM.

O uso de sistemas informatizados para as atividades de coordenação e controle, conforme destacado, vai ao encontro dos princípios da economicidade, celeridade e da eficiência. A respeito dos sistemas informatizados, extrai-se da Diretriz nº 3.02.02/09-CG as atribuições da Diretoria de Tecnologia e Sistemas (DTS):

A Diretoria de Tecnologia e Sistemas (DTS) programará e acompanhará o desenvolvimento de sistemas e soluções de tecnologia de informação que visem aprimorar as diversas atividades de Coordenação e Controle do Estado-Maior, UDI e Unidades Operacionais. (MINAS GERAIS, 2009, p. 30)

O SIG GEOSITE, através de seus módulos, em especial o GEOSITE GPS/AVL, descrito na seção 4, item 4.2.4, é um dos sistemas que tem por objetivo aprimorar as atividades de Coordenação e Controle do Estado-Maior, UDI e Unidades Operacionais.

Ressalta-se que não é pretensão da presente pesquisa discorrer sobre as normas de coordenação e controle, em especial a Diretriz nº 3.02.02/09-CG, mas destacar da referida norma as atividades que poderão ser realizadas com o apoio do módulo GEOSITE GPS/AVL em viaturas que dispuserem de receptor GPS de localização instalados.

### 5.1.1 Das ações de coordenação e controle em viaturas policiais

A Diretriz nº 3.02.02/09-CG prevê várias ações de coordenação e controle que poderão incidir sobre viaturas. Destas somente aquelas onde a localização e/ou a posição da viatura em determinada data/hora é fator importante ou fundamental para a incidência de uma ou mais ações que serão discutidas, conforme quadro 1.

Exemplos de coordenação e controle são: a permanência ou não de uma viatura nas proximidades de determinado endereço, uma viatura que durante patrulhamento ausentou-se de sua área de patrulhamento, o cumprimento de um cartão programa, a velocidade média da viatura no momento em que sofreu um acidente, dentre outros.

Sequencial	Ações extraídas da diretriz nº 3.02.02/09-CG
	<b>6.4 Coordenação e controle dos turnos operacionais.</b>
	<b>6.4.1 Atividades do coordenador de policiamento da unidade/subunidade/fração.</b>
1	d) coordenar de forma continuada as diversas intervenções nas suas áreas, subáreas e setor de atuação, harmonizando os esforços, evitando superposições, dirimindo dúvidas, esclarecendo e orientando, sempre que necessário. Manter mecanismos de controle da distribuição espacial das viaturas e dos recursos humanos empenhados, verificando as condições de segurança do policial-militar, notadamente em incursões e abordagens à veículos e pessoas reconhecidamente suspeitas;
2	e) ajustar, periodicamente, o controle da tropa empenhada com o CICOP/COPOM/SOU/SOF.
3	n) envidar todos os esforços no sentido de melhorar a qualidade dos serviços prestados, procurando agilizar a capacidade de resposta da Corporação necessária a proteção e ao socorro da comunidade. Acompanhar também, o tempo de permanência de guarnição no atendimento de ocorrência policial, a fim de otimizar e potencializar os recursos humanos e materiais disponibilizados.
4	o) adotar providências na gestão do turno operacional, a fim de reduzir o tempo de resposta nas ocorrências policiais.
5	p) manter a disciplina nos locais de ações e operações policiais, não permitindo a presença de guarnições não empenhadas nas proximidades dos fatos.
6	s) mandar recolher as viaturas do turno, observando a continuidade do atendimento de ocorrências, isto é, evitar um vácuo de atendimento em horários críticos de demanda.
	<b>6.4.2 Atividades do coordenador de policiamento de recobrimento e de policiamento executado por frações especializadas.</b>
7	d) designar, sempre que necessário, as viaturas que atenderão as demandas específicas geradas pelo (CICOP/COPOM/SOU/SOF)

Continua

Continuação

8	f) fiscalizar os deslocamentos das viaturas em coberturas a outras que necessitam de apoio, observando o cumprimento da “disciplina tática”.
9	Desenvolvimento de atividades que necessitem de qualificação específica. O coordenador do policiamento especializado tem que necessariamente interagir, dentro de uma visão sistêmica, com o coordenador do policiamento de unidades de área. Baseado nesta interação, durante o lançamento dos turnos de serviço ou operações, o coordenador do policiamento de recobrimento e de policiamento executado por frações especializadas, para evitar sobreposições, conflito de competência e possíveis incidentes, deverá fazer contato com o coordenador de policiamento de área para obter informações sobre disposição tática das viaturas lançadas, observando-se sempre o caráter das intervenções (sigilo).
	<b>Ações Gerais existentes na Diretriz.</b>
	<b>Ações que podem ser realizadas em qualquer fase da coordenação, controle, supervisão e processos apuratórios.</b>
10	Apurações diversas envolvendo viaturas.
11	Permanência e tempo de permanência de viatura em determinado local.
12	Controle de viaturas lançadas no turno de serviço.
13	Apoio a atividade de rastreamento, cerco e bloqueio.
14	Patrulhamento preventivo realizado, principalmente, nos locais de maior incidência criminal (Verificação do cumprimento da escala).
15	Cumprimento do cartão programa, bem como a sua atualização e adequação em função da realização de eventos especiais, na evolução e dinâmica do fenômeno criminal no local de atuação.

QUADRO 1 – Ações de coordenação e controle que podem ser realizadas através do módulo GEOSITE GPS/AVL em viaturas com receptor GPS de localização instalado

FONTE: Elaborado pelo autor

Situações como a verificação de documentos, limpeza e estado geral da viatura, estado dos pneus, dentre outros que requerem uma verificação no veículo não serão abordadas neste estudo.

## 5.2 A gestão da frota na PMMG

A PMMG, por ter sob sua responsabilidade um grande número de veículos, demonstra-se, através dos documentos normativos publicados, sempre preocupada com a correta gestão e conservação de sua frota.

Devido a diversidade de modelos e a constante evolução tecnológica dos veículos, a gestão eficaz de uma frota exige atualização, qualificação e existência de normas e ferramentas

(sistemas) modernas capazes de permitir a tomada de decisão de forma mais técnica e com base em dados coletados diretamente do veículo.

Orientar e padronizar procedimentos são ações percebidas nas diversas normas que regulam o uso de veículos automotores na corporação. Destaca-se dentre as normas existentes a Instrução Nº 66/2011 da Diretoria de Apoio Logístico (DAL), que estabelece procedimentos com o fim de otimizar o uso e durabilidade das viaturas da PMMG e o Manual de Gerenciamento da Frota de junho de 2012, que orienta e padroniza procedimentos que regulam o sistema de motomecanização da PMMG.

A Instrução Nº 66/2011 da DAL é um instrumento norteador de procedimentos administrativos voltados à preservação e durabilidade das viaturas e ainda, estabelece regras que tem por objetivo preservar a integridade física dos usuários do veículo e das vias de trânsito.

No quadro 2 destacam-se os procedimentos existentes na Instrução Nº 66/2011 da DAL, destinados a gestão da frota, e que podem ser realizados com o auxílio das ferramentas existentes no GEOSITE GPS/AVL, existindo receptor GPS instalado na viatura, conforme se constata nas funcionalidades descritas na seção 4, item 4.2.4.1.

Verifica-se na Instrução Nº 66/2011 da DAL que o emprego adequado das viaturas policiais, através do uso correto dos veículos e das práticas corretas de gestão da frota, nos diversos níveis, é algo que deve ser exercido por todos os integrantes da corporação.

<b>Sequencial</b>	<b>Ações extraídas da Instrução nº 66/2011 - DAL</b>
	<b>3. Conceitos, definições e procedimentos.</b>
1	<b>i. Verificação do Extintor de incêndio.</b> - os prazos de garantia, durabilidade e teste hidrostático (validade do cilindro) não podem estar vencidos;
2	<b>k. Procedimento correto para o rodízio dos pneus.</b> - Definir quilometragem para esta atividade
	<b>4. Das atribuições específicas e dos procedimentos gerais.</b>
3	4.2.8 Acompanhar a quilometragem das viaturas, encaminhando-as para revisões periódicas e programadas pela Seção de Transportes da Unidade.
	4.4.1.3 Antes de se deslocar para o turno de serviço.
4	d. verificar o nível de combustível.
	4.4.2 Durante o turno de serviço.
5	4.4.2.3 Utilizar-se do cinto de segurança, obrigatório para os ocupantes das viaturas.

Continua

## Continuação

	4.4.2.7 Durante deslocamentos nas vias urbanas, adotar os seguintes cuidados.
6	b. atentar para a redução ou aumento da velocidade, de acordo com as condições de tráfego.
	f. Adotar os seguintes procedimentos para trafegar pelas vias com segurança.
7	- internalizar e estabelecer uma velocidade de patrulhamento e uma velocidade de atendimento, com avaliação da potencialidade dos riscos que o excesso de velocidade traz.
8	- conduzir a viatura policial sem deixar o pé sobre o pedal de embreagem, evitando desgaste prematuro do disco.
	4.4.3 Após o turno de serviço.
9	c. estacionar a viatura em local destinado para esse fim.
	<b>5. Orientações para obtenção do melhor custo x benefício no uso da viatura.</b>
10	a. <u>Conta-giros</u> : em veículos que contam com este equipamento (tacômetro), o motorista pode utilizá-los para efetuar as trocas de marchas dentro dos limites de rotação mais adequados, situados entre as rotações de torque e potência máxima do motor.
11	5.9 Não trafegar em altas velocidades a fim de evitar autuações de trânsito e o consumo desproporcional de combustível.
12	5.10 Evitar acelerações bruscas.
13	5.11 Não conduzir o veículo em ponto-morto.

QUADRO 2 – Procedimentos com o fim de otimizar o uso e durabilidade das viaturas que podem ser realizadas através do módulo GEOSITE GPS/AVL em viaturas com receptor GPS de localização instalado

FONTE: Elaborado pelo autor

Outro instrumento de gestão de frota é o Manual de Gerenciamento da Frota, de julho de 2012. Referido manual orienta e padroniza procedimentos, assegura informações aos Comandantes de Unidades para uma melhor gestão da frota e define mecanismos que disciplinam o emprego correto das viaturas.

1.1 O presente Manual tem por finalidade orientar e padronizar procedimentos que regulam o Sistema de Motomecanização da Polícia Militar de Minas Gerais para que sejam bem ajustados à legislação em vigor e às normas diversas que tratam desta atividade.

1.1.1 Assegurar aos Comandantes de Unidades Executoras (UE) as informações necessárias ao correto gerenciamento da frota da Polícia Militar.

1.1.2 Assegurar mecanismos de controle do gerenciamento da frota e medidas que classificam e disciplinam o emprego adequado das viaturas. (MINAS GERAIS, 2012, p. 10).

No quadro 3 destacam-se os procedimentos existentes no Manual de Gerenciamento da Frota e que podem ser realizados com o auxílio das ferramentas existentes no GEOSITE GPS/AVL, existindo receptor GPS instalado na viatura, conforme constata-se nas funcionalidades descritas na seção 4, item 4.2.4.1.

<b>Sequencial</b>	<b>Ações extraídas do Manual de Gerenciamento da Frota da PMMG</b>
	<b>Capítulo III – Das Condições Gerais do Uso de Viaturas.</b>
	<b>Seção I - Condições para Uso.</b>
	<b>3.1</b> Nenhuma viatura da Polícia Militar transitará em via pública sem que apresente perfeitas condições de funcionamento e segurança, obedecida a legislação de trânsito.
	<b>3.1.1.2</b> Indisponível/Retorno: quando a viatura estiver em uma das três situações abaixo:
1	a) baixada nas oficinas para manutenção preventiva ou corretiva, podendo encontrar-se nas seguintes situações:  - baixa para manutenção preventiva: troca de óleo/pneus, higienização e verificações diversas;  - baixa para manutenção corretiva: sempre que a viatura apresentar defeitos ou deficiência no funcionamento, para que se evitem desgastes e atenda as condições ideais de segurança de trânsito;
2	<b>3.1.3</b> O emprego das viaturas da PMMG será feito de forma planejada e racional, observando sempre a alternância de utilização dos veículos disponíveis, priorizando a manutenção preventiva para evitar prejuízos à sua conservação.
3	<b>3.1.5</b> As viaturas da Polícia Militar serão engarajadas/guardadas, prioritariamente, em Unidades (ou frações) ou em sedes de órgãos públicos, inclusive no cumprimento de diligências do serviço público.
4	<b>3.1.5.1</b> Nos locais onde não houver garagem, as viaturas ficarão estacionadas preferencialmente nas proximidades do prédio da fração PM, devendo seu Comandante providenciar junto à Prefeitura a demarcação da via pública para estacionamento privativo de veículos oficiais.
5	<b>3.1.5.2</b> Nos demais casos, o Cmt da Fração solicitará autorização ao Cmt da Unidade de Execução Operacional (UEOp) sobre o local indicado para estacionamento ou engarajamento das viaturas.
6	<b>3.1.10</b> É obrigatório o uso do cinto de segurança pelos ocupantes de viatura da Polícia Militar, bem como o cumprimento das Normas Gerais de Circulação e Conduta prevista no Código de Trânsito Brasileiro (CTB).

QUADRO 3 – Procedimentos com o fim de orientar e padronizar procedimentos do sistema de motomecanização da PMMG que podem ser realizadas através do módulo GEOSITE GPS/AVL em viaturas com receptor GPS de localização instalado.

FONTE: Elaborado pelo autor

A utilização de mecanismos mais eficientes para a coordenação e controle e gestão de frota, através do uso do sistema GPS já foi objeto de estudos anteriores na PMMG. A partir desses

estudos foi possível traçar um histórico que reforça a potencialidade da ferramenta para a Corporação, conforme item 5.3.

### 5.3 Histórico da utilização da tecnologia GPS na PMMG

Na PMMG, a percepção sobre a necessidade de utilização de mecanismos tecnológicos para ações de coordenação e controle de viaturas com a finalidade de melhorar o serviço prestado e/ou torná-lo mais eficiente tem sua origem em 1985, mesmo ano em que o sistema GPS foi declarado operacional.

Nesta época, Barsante (1985) fazia projeções com base no que ocorria em países considerados mais avançados tecnologicamente que o Brasil, acerca de como algumas atividades na área de tecnologia seriam desenvolvidas por parte da PMMG no futuro.

Para Barsante (1985) o Centro de Operações Policiais Militares (COPOM) da Polícia Militar de Minas Gerais, do ano de 1995, funcionaria com softwares inconcebíveis para o ano de 1982, ano de implantação do COPOM.

Uma das projeções interessantes foi sobre a consulta de endereços e logradouros. Para o autor as consultas seriam feitas em uma tela do terminal colorida com o desenho das ruas, números, hidrantes e uma legenda, tudo de forma agradável de ver. O autor não usa o termo mapa digital, mas é exatamente o que ele descreve.

Em 2005, dez anos depois da data da projeção e vinte anos depois do estudo de Barsante (1985) a PMMG desenvolveu o GEOSITE, um sistema de mapas digitais que possibilita outras aplicações, dentre elas, ao Módulo de Controle de Atendimento e Despacho (SIDS\_CAD), descrito por Mendes (2007), acessar uma base de mapas. O SIDS\_CAD substituiu o antigo software do COPOM, datado de 1982. Esta nova aplicação passou a localizar os endereços em um mapa digital, tal como projetou Barsante (1985).

Acerca do monitoramento de viaturas, Barsante (1985) afirma que no futuro teríamos viaturas monitoradas e que a partir de funções de um satélite poderia obter-se a posição exata de uma viatura policial ou de um equipamento portátil. O autor já ressaltava a tecnologia AVL (*Automatic Vehicle Location*) ou Localização Automática de Veículos.

Ainda em seu estudo o autor afirma que bastaria acoplar um módulo em cada viatura e um microcomputador nas estações fixas para o recebimento dos sinais do veículo em uma tela computadorizada e que as viaturas poderiam ser identificadas no terminal do despachante, sob o que entendemos ser um mapa digital.

Com precisão de metros, a posição das viaturas, constantemente consultadas pelo computador, poderão ser lançadas no terminal do despachante. O Homem verá assim a parte do traçado urbano de seu interesse e as viaturas alocadas em forma, em desenhos ricos de detalhes, em cores e com inúmeros recursos. (BARSANTE, 1985, p.103)

O que foi descrito pelo autor em 1985 é hoje o GEOSITE Map CAD, um módulo do Sistema GEOSITE acoplado ao SIDS\_CAD e que permite ao despachante visualizar, em tempo real, e a partir do terminal de despacho do COPOM, uma viatura que possua GPS instalado. O GEOSITE Map CAD foi desenvolvido em 2010.

Já em 1995 outro estudo retratou a importância do uso de GPS em viaturas da PMMG. Em um trabalho monográfico intitulado “*A coordenação e o controle do radiopatrulhamento motorizado na RMBH – Proposta para Otimização*”, os autores Saraiva, Lunardi e Lima (1995) destacaram a importância e os benefícios do sistema para a atividade de coordenação e controle na área operacional e administrativa.

Para Saraiva, Lunardi e Lima (1995) o investimento feito na implantação de um sistema de monitoramento de viaturas por GPS pode ser coberto em aproximadamente 12 meses. Isto é possível, pois o sistema proporciona vários benefícios, dentre eles, a redução do consumo de combustível nas viaturas, o consumo de pneus, o desgaste do veículo e ainda a diminuição do tempo dos atendimentos.

A eficiência do sistema de monitoramento é comprovada quando os diversos setores de uma instituição podem valer-se dos recursos para as mais diversas atividades, incluindo ações de coordenação e controle para a melhoria na prestação dos serviços e na gestão da frota, com a otimização dos custos e redução do consumo, por exemplo, de combustível das viaturas.

Este gerenciamento, quando eficaz, permite uma diminuição expressiva de custos variáveis, otimiza os custos operacionais, aumenta a produtividade, reduz os consumos citados anteriormente, aumenta a eficiência na prestação de serviço, além de ser um

excelente instrumento para o aumento da segurança. (SARAIVA, LUNARDI E LIMA, 1995, p.74)

Em 2007, novamente temos uma abordagem acerca do uso da tecnologia de monitoramento por GPS. Mendes (2007) ao descrever os sistemas informatizados em uso pelo Sistema Integrado de Defesa Social no Estado de Minas Gerais cita a importância do módulo de cartografia digital GEOSITE como base para o monitoramento de viaturas via GPS/AVL e como forma auxiliar no planejamento de operações policiais.

Em 2008, com a consolidação do SIG GEOSITE e o desenvolvimento dos novos módulos, em especial o GEOSITE Geo-Estatística, a PMMG passou a contar com um sistema próprio capaz de monitorar viaturas com GPS instalado.

Em 2009 foram distribuídos 267 (duzentos e sessenta e sete) receptores GPS para viaturas da PMMG. Os veículos e unidades foram contemplados no Ato de Distribuição 4008/2009 - EMPM de 29 de julho de 2009. A partir da instalação dos rádios transceptores e dos receptores GPS nas viaturas, os sinais de GPS passaram a ser enviados diretamente para o GEOSITE Geo-Estatística.

A tecnologia de transmissão de dados adotada naquela época foi via rádio, descrita no item 3.2.2.2 deste trabalho e os recursos de monitoramento disponíveis receptores GPS eram os básicos, conforme descrito no item 3.3.1. As viaturas, a partir do ano de 2009, eram monitoradas no módulo GEOSITE Geo-Estatística, permitindo, apenas, verificar o posicionamento e o histórico de deslocamento das viaturas.

No ano de 2010 foi desenvolvido e disponibilizado o GEOSITE MapCAD descrito no item 4.2.3 que também passou a exibir o posicionamento das viaturas.

Já o GEOSITE GPS/AVL foi desenvolvido e disponibilizado no ano de 2011. O módulo oferece os recursos de monitoramento descritos no item 4.2.4 e foi concebido para ser a ferramenta destinada exclusivamente ao monitoramento de viaturas e demais recursos com GPS. Por suas características, referido módulo pode ser considerado um produto destinado a Localização Automática de Veículos.

De acordo com o histórico da utilização da tecnologia GPS na PMMG percebe-se que existe uma contribuição, a partir dos estudos anteriores realizados sobre o uso desta tecnologia na

Corporação, até o ano de 2007. A partir daquela data nenhum estudo específico foi desenvolvido.

Esta inexistência de estudos a partir do ano de 2007 foi fator preponderante na escolha da metodologia desta pesquisa, apresentada na seção 6, considerando, ainda, que até a referida data a PMMG não possuía receptores GPS instalados e os sistemas específicos para monitoramento ainda não existiam, sendo necessário descrevê-los.

## 6 METODOLOGIA

Quanto aos objetivos específicos este trabalho é classificado como uma pesquisa exploratória, uma vez que o tema escolhido não possui literatura atualizada sobre o monitoramento de veículos por GPS para ações de coordenação e controle e gestão de frota na PMMG, e não se tem conhecimento de que os sistemas e as normas aqui abordadas tenham sido estudadas, descritas e relacionadas da mesma forma como foram neste trabalho. A pesquisa exploratória é mais flexível e permite a construção de hipóteses sendo adequada a este trabalho.

A pesquisa exploratória foca na maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a facilitar a construção de hipóteses. Esse tipo de pesquisa tem como principal objetivo o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições, novas ideias. A pesquisa exploratória é extremamente flexível, de modo que quaisquer aspectos relativos ao fato estudado têm importância. Grande parte das pesquisas do tipo envolve levantamento bibliográfico, documental e entrevista ou questionário envolvendo pessoas que tiveram alguma experiência com o problema. Geralmente são de natureza qualitativa. (PONTE *et al*, 2007, p.5)

Tendo em vista os objetivos propostos neste projeto, para o qual se busca identificar recursos e possibilidade de uso dos sistemas avaliados, realizar-se-á uma pesquisa documental e bibliográfica através de documentação indireta, com bases teóricas específicas. Quanto à natureza, trata-se de uma pesquisa qualitativa.

Apesar de ter sido verificado a contribuição de autores que discutiram sobre o tema em estudos anteriores, não se tem conhecimento de que o problema abordado tenha sido discutido da mesma forma, o que reforça o caráter exploratório da pesquisa e destaca sua importância.

A pesquisa foi constituída de fontes diversas, partindo de uma abordagem teórica conceitual embasada em obras de autores específicos, documentos normativos internos, trabalhos científicos até a definição técnica e indicação de caso de uso do módulo GEOSITE GPS/AVL que ainda não havia sido descrito por nenhum autor.

Foram consultados autores como Gaspar (2011), Gonçalves e Tavarayana (2011), Monico (2008), Rocha, Júnior e Gontijo (2008), Mendes (2007), Machado (2007, 2010), Pereira e Júnior (2006), Monteiro e Bezerra (2003), Fontana (2002), Furtado (2002), Rocha (2002,

2003), Anefalos (1999), Saraiva, Lunardi e Lima (1985), Lewis (1990), Levine e Landis (1989), Barsante (1985), que contribuíram para o melhor entendimento do tema pesquisado.

O módulo SIG GEOSITE havia sido abordado, de forma apenas conceitual, por Mendes (2007). Naquele estudo apenas o GEOSITE MUB havia sido mencionado, sendo necessário neste trabalho conceituar e descrever o módulo GEOSITE Estatística, MapCAD e em especial o GEOSITE GPS/AVL, relacionando suas funcionalidades com as normas que tratam da coordenação e controle e gestão de frota.

Destaca-se, portanto, a importância deste trabalho para a PMMG sendo que os resultados práticos da pesquisa poderão ser verificados na seção 7.

## 7 RESULTADOS DA PESQUISA

Conforme discutido na seção 2, o Sistema GPS é composto por uma constelação de 30 satélites operacionais que enviam sinais a aparelhos receptores de sinal GPS instalados, por exemplo, em um veículo. Por intermédio de sinais de rádio, os satélites enviam para o aparelho receptor a posição e a velocidade do receptor (e consequentemente a do veículo), a data e a hora exata.

Para o monitoramento do veículo, outras informações podem ser disponibilizadas, combinando recursos do receptor GPS e do aplicativo, a exemplo do sentido de deslocamento e informações gerais do veículo (ligado/desligado, portas abertas, frenagem brusca, mudança de direção, dentre outros), que permite ampliar as possibilidades de uso do sistema.

Os receptores GPS destinados ao monitoramento de veículos são conhecidos como receptores GPS de localização. A característica principal deste tipo de equipamento é a sua capacidade de enviar os dados recebidos da constelação de satélites GPS para um sistema AVL ou similar.

Importante ainda, entender a diferença entre os recursos existentes nos receptores GPS de localização. Os recursos básicos descritos no item 3.3.1 são comuns a grande maioria dos equipamentos disponíveis no mercado e mesmo sendo básico possibilitam inúmeras ações de monitoramento sobre o veículo, destacando todas aquelas onde o local, a data e a hora são fatores principais na análise dos dados recebidos.

Já os recursos avançados ou adicionais, descritos no item 3.3.2, permitem ampliar as ações de monitoramento, incluindo situações onde o local, a data e a hora são informações secundárias, mas não desprezíveis. Acerca destes recursos citamos como exemplo o monitoramento da forma como o motorista conduz o veículo (freadas bruscas, sem o cinto de segurança, pé apoiado continuamente na embreagem, dentre outros).

Outra característica importante do receptor GPS de localização é a sua tecnologia de transmissão dos dados a uma central AVL ou similar. Conforme descrito na seção 2 os dados podem ser enviados por tecnologia de transmissão via satélite (3.2.2.1), via rádio (3.2.2.2) ou

via celular (3.2.2.3). Também é possível que um equipamento possua mais de uma tecnologia de transmissão dos dados.

Analisando as considerações sobre o receptor GPS, percebe-se que a escolha de um produto específico deve levar em consideração quais ações de monitoramento são esperadas pela Corporação e qual tecnologia de transmissão de dados é mais adequada para as condições de uso definidas.

Em um primeiro instante pode ser definido apenas ações possíveis de serem realizadas a partir de um receptor GPS com recursos básicos. Posteriormente um módulo e/ou periféricos poderão ser adicionados ampliando as possibilidades de monitoramento do veículo ou da frota conforme discutido no item 3.3.2.

Referente à tecnologia de transmissão de dados a análise deve ser feita não apenas com base no que a Corporação necessita, mas principalmente verificando o que está disponível no local onde o monitoramento será realizado. Como exemplo podemos citar uma região (área rural ou rodovia) sem cobertura da rede celular. Se a tecnologia de transmissão de dados definida for esta, o monitoramento não irá funcionar nestes locais.

Uma análise bem criteriosa sobre os recursos necessários e a tecnologia de transmissão de dados é indispensável na definição de um equipamento a ser adquirido.

Outro item importante para a realização do monitoramento de veículos é a existência de um sistema informatizado para a realização desta atividade. Neste sentido, a PMMG já possui a estrutura necessária para a realização dos trabalhos de localização automática de veículos a partir do SIG GEOSITE e seus módulos, em especial o GEOSITE GPS/AVL.

O GEOSITE, descrito na seção 4, item 4.1, é um sistema informatizado, desenvolvido de acordo com tecnologia de banco de dados espaciais, destinados a prover outras aplicações de base de dados cartográficos e de endereços. É um sistema desenvolvido pela PMMG e que atualmente está em uso pelos órgãos integrantes do Sistema Integrado de Defesa Social (SIDS) em Minas Gerais.

Já o GEOSITE GPS/AVL é um módulo do sistema GEOSITE que foi desenvolvido no ano de 2011 exclusivamente para as ações de monitoramento de veículos por GPS. Possui

ferramentas que permitem o acompanhamento em tempo real ou posterior das viaturas com GPS e ainda uma central de alertas e relatórios conforme descritos no item 4.2.4.1 da seção 4.

Ato contínuo ao desenvolvimento deste trabalho foi necessário identificar nas normas de coordenação e controle e gestão de frota, as ações que poderiam ser realizadas a partir do GEOSITE GPS/AVL, em viaturas com receptores GPS de localização instalados. As ações de coordenação e controle foram destacadas no item 5.2.1, quadro 1 e as ações de gestão de frota no item 5.3 quadros 2 e 3.

Por fim, foi feita a relação a partir da identificação dos principais recursos disponíveis nos equipamentos GPS, das funcionalidades existentes no aplicativo GEOSITE GPS/AVL, e das ações contidas nas normas de coordenação e controle e de gestão de frota discutidas neste trabalho. Estas relações estão apresentadas nos quadros 4, 5 e 6 sendo possível identificar a ação a ser realizada, o tipo de recurso necessário no receptor e a funcionalidade disponível no GEOSITE GPS/AVL.

<b>Sequencial</b>	<b>Ação de Coordenação e Controle</b>	<b>Tipo de Recurso GPS</b>	<b>Funcionalidade Disponível no GEOSITE GPS/AVL</b>
1	coordenar de forma continuada as diversas intervenções nas suas áreas, subáreas e setor de atuação, harmonizando os esforços, evitando superposições, [...]. Manter mecanismos de controle da distribuição espacial das viaturas [...].	Básico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Localização de viaturas com GPS.</li> <li>- Pontos de controle.</li> <li>- Relatório de entrada e saída de área e/ou ponto de referência.</li> <li>- Aviso de alerta.</li> </ul>
2	ajustar, periodicamente, o controle da tropa empenhada com o CICOP/COPOM/SOU/SOF.	Básico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Localização de viaturas com GPS.</li> <li>- Pontos de controle.</li> <li>- Cerca eletrônica.</li> <li>- Relatório de entrada e saída de área e/ou ponto de referência.</li> </ul>

Continua

## Continuação

3	[...] agilizar a capacidade de resposta da Corporação necessária a proteção e ao socorro da comunidade. Acompanhar também, o tempo de permanência de guarnição no atendimento de ocorrência policial, [...]	Básico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Localização de viaturas com GPS.</li> <li>- Pontos de controle.</li> <li>- Cerca eletrônica.</li> <li>- Relatório de entrada e saída de área e/ou ponto de referência.</li> <li>- Gerenciamento de deslocamento de viaturas com GPS.</li> <li>- Aviso de alerta.</li> </ul>
4	adotar providências na gestão do turno operacional, a fim de reduzir o tempo de resposta nas ocorrências policiais.	Básico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Localização de viaturas com GPS.</li> <li>- Gerenciamento de deslocamento de viaturas com GPS.</li> </ul>
5	manter a disciplina nos locais de ações e operações policiais, não permitindo a presença de guarnições não empenhadas nas proximidades dos fatos.	Básico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Localização de viaturas com GPS.</li> <li>- Relatório de informações de viaturas com GPS.</li> <li>- Aviso de alerta.</li> </ul>
6	mandar recolher as viaturas do turno, observando a continuidade do atendimento de ocorrências, [...]	Básico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Localização de viaturas com GPS.</li> <li>- Relatório de informações de viaturas com GPS.</li> </ul>
7	designar, [...], as viaturas que atenderão as demandas específicas geradas pelo (CICOP/COPOM/SOU/SOF)		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Localização de viaturas com GPS.</li> </ul>
8	fiscalizar os deslocamentos das viaturas em coberturas a outras que necessitam de apoio, observando o cumprimento da “disciplina tática”.	Básico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Localização de viaturas com GPS.</li> <li>- Relatório de informações de viaturas com GPS.</li> <li>- Gerenciamento de deslocamento de viaturas com GPS.</li> </ul>

Continua

## Continuação

9	<p>[...]. O coordenador do policiamento especializado tem que necessariamente interagir, [...], com o coordenador do policiamento de unidades de área.</p> <p>[...], para evitar sobreposições, conflito de competência e possíveis incidentes, [...] obter informações sobre disposição tática das viaturas lançadas, observando-se sempre o caráter das intervenções (sigilo).</p>	Básico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Localização de viaturas com GPS.</li> <li>- Relatório de informações de viaturas com GPS.</li> <li>- Aviso de alerta.</li> <li>- Pontos de controle.</li> <li>- Cerca eletrônica.</li> <li>- Relatório de entrada e saída de área e/ou ponto de referência.</li> </ul>
10	Apurações diversas envolvendo viaturas.	Básico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Histórico de deslocamento e/ou posicionamento de viaturas com GPS.</li> <li>- Relatório de atividades de equipamentos.</li> </ul>
11	Permanência e tempo de permanência de viatura em determinado local.	Básico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Histórico de deslocamento e/ou posicionamento de viaturas com GPS.</li> <li>- Localização de viaturas com GPS.</li> <li>- Aviso de alerta.</li> <li>- Pontos de controle.</li> <li>- Cerca eletrônica.</li> <li>- Relatório de entrada e saída de área e/ou ponto de referência.</li> </ul>
12	Controle de viaturas lançadas no turno de serviço.	Básico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Relatório de informações de viaturas com GPS.</li> <li>- Localização de viaturas com GPS.</li> <li>- Aviso de alerta.</li> <li>- Pontos de controle.</li> <li>- Cerca eletrônica.</li> <li>- Relatório de entrada e saída de área e/ou ponto de referência.</li> </ul>

Continua

## Continuação

13	Apoio a atividade de rastreamento, cerco e bloqueio.	Básico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Localização de viaturas com GPS.</li> <li>- Gerenciamento de deslocamento de viaturas com GPS.</li> <li>- Pontos de controle.</li> </ul>
14	Patrulhamento preventivo realizado, principalmente, nos locais de maior incidência criminal (Verificação do cumprimento da escala).	Básico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pontos de controle.</li> <li>- Cerca eletrônica.</li> <li>- Relatório de entrada e saída de área e/ou ponto de referência.</li> <li>- Histórico de deslocamento e/ou posicionamento de viaturas com GPS.</li> </ul>
15	Cumprimento do cartão programa, bem como a sua atualização e adequação em função da realização de eventos especiais, na evolução e dinâmica do fenômeno criminal no local de atuação.	Básico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Localização de viaturas com GPS.</li> <li>- Pontos de controle.</li> <li>- Cerca eletrônica.</li> <li>- Relatório de entrada e saída de área e/ou ponto de referência.</li> <li>- Histórico de deslocamento e/ou posicionamento de viaturas com GPS.</li> </ul>

QUADRO 4: Ações previstas na Diretriz nº 3.02.02/09-CG (coordenação e controle), o tipo de recurso do receptor e as funcionalidades do GEOSITE GPS/AVL para a realização das atividades de coordenação e controle

FONTE: Elaborado pelo autor

Além de ser útil para o melhor planejamento e controle operacional e administrativo, a utilização do GPS e do sistema de monitoramento pode ser de grande valia para o policial militar em serviço, como meio de navegação, auxiliando-o a chegar mais rapidamente aos locais de ocorrência, principalmente em áreas urbanas não legalizadas, onde há escassez de indicações de endereços e pontos de referência, bem como para ter sua viatura localizada mais rapidamente em caso de necessidade de apoio.

Tal sistema, além das aplicações operacionais, também oferece recursos para controle administrativo das viaturas, na medida em que identifica a quantidade de quilômetros rodados, velocidade empreendida, parâmetros de manutenção por viatura, dentre outros aspectos, o que pode auxiliar em um melhor planejamento logístico, servindo como um sistema de gerenciamento de frota, conforme identificado nos quadros 5 e 6.

<b>Sequencial</b>	<b>Ação de Gestão de Frota Durabilidade dos veículos</b>	<b>Tipo de Recurso GPS</b>	<b>Funcionalidade Disponível no GEOSITE GPS/AVL</b>
1	<b>Verificação do Extintor de incêndio.</b> - os prazos de garantia, durabilidade e teste hidrostático (validade do cilindro) não podem estar vencidos.	Básico	- Localização de viaturas com GPS. - Relatório de informações de viaturas com GPS. - Aviso de alerta.
2	<b>Procedimento correto para o rodízio dos pneus.</b> - Definir quilometragem para esta atividade.	Básico + Avançado ou Adicional	- Localização de viaturas com GPS. - Relatório de informações de viaturas com GPS. - Aviso de alerta.
3	Acompanhar a quilometragem das viaturas, encaminhando-as para revisões periódicas e programadas pela Seção de Transportes da Unidade.	Básico + Avançado ou Adicional	- Localização de viaturas com GPS. - Relatório de informações de viaturas com GPS. - Aviso de alerta.
4	verificar o nível de combustível.	Básico + Avançado ou Adicional	- Localização de viaturas com GPS. - Relatório de informações de viaturas com GPS. - Aviso de alerta.
5	Utilizar-se do cinto de segurança, obrigatório para os ocupantes das viaturas.	Básico + Avançado ou Adicional	- Localização de viaturas com GPS. - Relatório de informações de viaturas com GPS. - Aviso de alerta.

Continua

## Continuação

6	atentar para a redução ou aumento da velocidade, de acordo com as condições de tráfego	Básico + Avançado ou Adicional	- Relatório de informações de viaturas com GPS. - Aviso de alerta. - Histórico de deslocamento e/ou posicionamento de viaturas com GPS.
7	- internalizar e estabelecer uma velocidade de patrulhamento e uma velocidade de atendimento, com avaliação da potencialidade dos riscos que o excesso de velocidade traz.	Básico	- Localização de viaturas com GPS. - Histórico de deslocamento e/ou posicionamento de viaturas com GPS. - Aviso de alerta.
8	- conduzir a viatura policial sem deixar o pé sobre o pedal de embreagem, evitando desgaste prematuro do disco.	Básico + Avançado ou Adicional	- Localização de viaturas com GPS. - Relatório de informações de viaturas com GPS. - Aviso de alerta.
9	estacionar a viatura em local destinado para esse fim.	Básico	- Localização de viaturas com GPS. - Aviso de alerta. - Pontos de controle. - Cerca eletrônica. - Relatório de entrada e saída de área e/ou ponto de referência.
10	<u>Conta-giros</u> : em veículos que contam com este equipamento (tacômetro), o motorista pode utilizá-los para efetuar as trocas de marchas dentro dos limites de rotação mais adequados, situados entre as rotações de torque e potência máxima do motor.	Básico + Avançado ou Adicional	- Localização de viaturas com GPS. - Relatório de informações de viaturas com GPS. - Aviso de alerta.

Continua

## Continuação

11	Não trafegar em altas velocidades a fim de evitar autuações de trânsito e o consumo desproporcional de combustível.	Básico	- Histórico de deslocamento e/ou posicionamento de viaturas com GPS. - Localização de viaturas com GPS. - Aviso de alerta.
12	Evitar acelerações bruscas.	Básico + Avançado ou Adicional	- Localização de viaturas com GPS. - Relatório de informações de viaturas com GPS. - Aviso de alerta.
13	Não conduzir o veículo em ponto-morto.	Básico + Avançado ou Adicional	- Localização de viaturas com GPS. - Relatório de informações de viaturas com GPS. - Aviso de alerta.

QUADRO 5: Ações previstas na Instrução nº 66/2011 da DAL, o tipo de recurso do receptor e as funcionalidades do GEOSITE GPS/AVL para a realização das atividades de gestão da frota

FONTE: Elaborado pelo autor

Sequencial	Ação de Gestão de Frota Orientar e padronizar procedimentos	Tipo de Recurso GPS	Funcionalidade Disponível no GEOSITE GPS/AVL
1	Nenhuma viatura da Polícia Militar transitará em via pública sem que apresente perfeitas condições de funcionamento e segurança, obedecida a legislação de trânsito.	Básico	- Localização de viaturas com GPS. - Relatório de informações de viaturas com GPS. - Aviso de alerta.

Continua

## Continuação

2	A viatura não poderá ser utilizada quando estiver baixada para manutenção preventiva ou corretiva.	Básico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Localização de viaturas com GPS.</li> <li>- Relatório de informações de viaturas com GPS.</li> <li>- Aviso de alerta.</li> </ul>
3	As viaturas da Polícia Militar serão engarajadas/guardadas, prioritariamente, em Unidades (ou frações) ou em sedes de órgãos públicos, inclusive no cumprimento de diligências do serviço público.	Básico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Histórico de deslocamento e/ou posicionamento de viaturas com GPS.</li> <li>- Localização de viaturas com GPS.</li> <li>- Aviso de alerta.</li> <li>- Pontos de controle.</li> <li>- Cerca eletrônica.</li> <li>- Relatório de entrada e saída de área e/ou ponto de referência.</li> </ul>
4	Nos locais onde não houver garagem, as viaturas ficarão estacionadas preferencialmente nas proximidades do prédio da fração PM, devendo seu Comandante providenciar junto à Prefeitura a demarcação da via pública para estacionamento privativo de veículos oficiais.	Básico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Histórico de deslocamento e/ou posicionamento de viaturas com GPS.</li> <li>- Localização de viaturas com GPS.</li> <li>- Aviso de alerta.</li> <li>- Pontos de controle.</li> <li>- Cerca eletrônica.</li> <li>- Relatório de entrada e saída de área e/ou ponto de referência.</li> </ul>

Continua

## Continuação

5	Nos demais casos, o Cmt da Fração solicitará autorização ao Cmt da Unidade de Execução Operacional (UEOp) sobre o local indicado para estacionamento ou engarajamento das viaturas.	Básico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Histórico de deslocamento e/ou posicionamento de viaturas com GPS.</li> <li>- Localização de viaturas com GPS.</li> <li>- Aviso de alerta.</li> <li>- Pontos de controle.</li> <li>- Cerca eletrônica.</li> <li>- Relatório de entrada e saída de área e/ou ponto de referência.</li> </ul>
6	É obrigatório o uso do cinto de segurança pelos ocupantes de viatura da Polícia Militar, [...].	Básico + Avançado ou Adicional	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Localização de viaturas com GPS.- Relatório de informações de viaturas com GPS.- Aviso de alerta.</li> </ul>

QUADRO 6: Ações previstas no Manual de Gerenciamento da Frota, o tipo de recurso do receptor e as funcionalidades do GEOSITE GPS/AVL para a realização das atividades de gestão da frota

FONTE: Elaborado pelo autor

Em uma análise menos otimista, Furtado (2002), destaca que um sistema de localização automática de viaturas policiais, por GPS, somente irá gerar benefícios para o cidadão se o despachante (que é o responsável direto pelo envio de uma viatura a uma ocorrência) modificar a sua cultura de trabalho.

Quanto ao funcionamento do serviço de atendimento e despacho de viaturas, destaca-se que questões históricas relacionadas a atividade de gerenciamento de viaturas, a exemplo do despacho para atendimento de ocorrências, pode contribuir para o não funcionamento de um sistema de rastreamento de veículos nas Corporações policiais.

Historicamente, o despacho de viaturas é feito seguindo alguns critérios de prioridade ou rotas predefinidas que fazem com que o

despachante não tenha que analisar, para cada nova ocorrência, a posição e características das viaturas mais próximas. Isto pode fazer com que, de fato, o sistema de rastreamento não traga um diferencial no atendimento. ( FURTADO, 2002, p. 103).

Da mesma forma, entende-se que os recursos para monitoramento de veículos discutidos neste trabalho somente terão possibilidade de influenciar na qualidade dos serviços prestados pelas equipes motorizadas da PMMG se os responsáveis pela coordenação e controle e gestão de frota, nos diversos níveis da Corporação também perceberem a necessidade de modificar a cultura de trabalho.

Percebe-se que não basta apenas a instalação de equipamentos, sistemas e treinamento de pessoal. Para que a estrutura de monitoramento de viaturas possa ser efetivamente utilizada e oferecer os benefícios esperados é necessário o envolvimento dos gestores e dos usuários do sistema, de forma a perceberem a real importância do novo recurso.

Ainda referente à aceitação do sistema de rastreamento de viaturas (recurso tecnológico) por parte dos usuários (recurso humano), Furtado (2002, p. 104) afirma que “Esta ferramenta de monitoramento não deixa de ser algo que pode provocar desgastes nas relações entre os policiais e a gerência que o institui”. O autor destaca que nas polícias da América do Norte este recurso tem sido pouco utilizado, pois os policiais o consideram cerceadores de suas liberdades individuais, fazendo oposição a sua implementação.

Este é um problema que pode ocorrer em qualquer empresa ou instituição. Neste caso a postura dos gerentes (e no caso da PMMG de seus comandantes, chefes e demais militares responsáveis pelas ações de supervisão e fiscalização) é fator fundamental na implantação, uso e disseminação de uma nova cultura na execução da coordenação e controle e gestão de frota.

Para Furtado (2002) a melhor forma de conseguir a implantação de um sistema de monitoramento de viaturas numa instituição policial, é através de um processo participativo e da transparência dos benefícios que um sistema deste tipo pode trazer ao próprio policial.

Assim, destaca-se, que a instalação de GPS de localização em veículos é uma ação recomendada para as instituições que pretendem melhorar a gestão de seus recursos e conseqüentemente a qualidade dos serviços prestados de forma geral. Apesar disto, existem barreiras a serem vencidas, dentre elas a mudança cultural do processo de despacho de viaturas

e a aceitação, por parte dos usuários das viaturas, de uma tecnologia que dentre outros recursos, favorece a coordenação e controle e a gestão sobre a frota.

## 8 CONCLUSÃO E SUGESTÕES

Para a compreensão deste objeto de estudo, Sistema de Posicionamento Global (GPS) de localização em viaturas da Polícia Militar de Minas Gerais e o respectivo monitoramento dos veículos no sistema GEOSITE GPS/AVL - Uso nas atividades de Coordenação e Controle e Gestão de Frota buscou-se, inicialmente, destacar os princípios teóricos sobre o sistema GPS e os receptores GPS. Também foi necessário descrever o Sistema de Informações Geográficas (SIG) GEOSITE e seus módulos, em especial o GEOSITE GPS/AVL e destacar ações de coordenação e controle e gestão de frota.

Quanto aos determinantes teóricos do embasamento teórico selecionado para a pesquisa, em Barsante (1985) e Saraiva, Lunardi e Lima (1995), assinala-se o entendimento daqueles autores para explicar as primeiras ações ou intenções da PMMG em utilizar um sistema de monitoramento de viaturas por GPS. Destaca-se, ainda, a utilização destes recursos para a coordenação e controle e gestão de frota, sendo que Barsante (1985) já afirmava que no futuro a PMMG utilizaria sistemas de controle de viaturas por satélite e os autores Saraiva, Lunardi e Lima (1995) destacaram o uso de GPS em viaturas como formas de gerenciamento e redução de consumo.

No entanto, são autores como Fontana (2002), Furtado (2002), Rocha (2002), Rocha (2003), Mendes (2007), Monico (2008), Machado (2010) e Gaspar (2011) também selecionados para a sustentação teórica desta pesquisa, que oferecem uma visão recente sobre o Sistema GPS e sua utilização para o monitoramento de veículos, quando destacam a praticidade, a precisão e as potencialidades de uso dos recursos disponíveis nas diversas aplicações possíveis para o GPS, incluindo as aplicações em segurança pública.

A contribuição destes dois grupos de autores foi pertinente no sentido de permitir determinar o momento em que surgiram as primeiras discussões sobre o uso da tecnologia GPS na PMMG, a evolução tecnológica desta ferramenta nos diversos setores da sociedade e o estado atual o qual a Corporação se encontra.

Inicialmente foram feitas projeções do que poderia ser utilizado no futuro, em uma época em que a tecnologia GPS ainda era embrionária; posteriormente avanços tecnológicos

possibilitaram novas perspectivas de utilização deste sistema e por fim, destaca-se o ambiente desenvolvido pela PMMG para a utilização dos recursos disponíveis pelo Sistema GPS.

Para permitir um melhor entendimento sobre o potencial de uso do Sistema de Posicionamento Global (GPS), a pesquisa buscou apresentar o histórico do sistema, seu princípio de funcionamento e as principais aplicações que podem ser desenvolvidas a partir de sua utilização.

O estudo sobre os Receptores GPS permitiu identificar as diferenças e características de cada tipo de equipamento, a forma de transmissão dos dados a um sistema de Localização Automática de Veículos e os principais recursos tecnológicos disponíveis bem como alguns exemplos da utilização prática do monitoramento de veículos, destacando estudos recentes para monitoramento e gestão de frota.

O Sistema de Informação Geográfica (SIG) GEOSITE, desenvolvido a partir do ano de 2004 com a finalidade de ser o sistema de dados espaciais da PMMG, recebeu a incorporação de módulos que ampliaram a potencialidade de uso do SIG, permitindo a realização de mapeamentos criminais diretamente pela Internet, acompanhamento em tempo real dos eventos de defesa social (ocorrências policiais, chamadas telefônicas, operações e ainda das viaturas com GPS) e o monitoramento em tempo real ou posterior das viaturas com GPS instalado.

Uma visão geral sobre a PMMG com destaque para as ações de coordenação e controle, gestão de frota e o histórico do uso do GPS na corporação permitiu compreender em quais ações a intervenção poderá ser feita a partir do módulo GEOSITE GPS/AVL em viaturas com receptores GPS instalados. Estas ações, destacadas das normas de coordenação e controle e gestão de frota, são exemplos de como podemos facilitar e potencializar os trabalhos.

A realização de uma pesquisa exploratória, de natureza qualitativa, foi adequada tendo em vista que o tema escolhido não possui literatura atualizada na PMMG e não se tem conhecimento de que os sistemas e as normas aqui abordadas tenham sido estudadas, descritas e relacionadas da mesma forma como foram neste trabalho.

Como resultados da pesquisa, são apresentados, em forma de quadros, as ações de coordenação e controle e as de gestão de frota que poderão ser realizadas a partir do módulo GEOSITE GPS/AVL em viaturas com receptor GPS de localização instalados, bem como os

recursos existentes nestes receptores (básicos ou avançados) necessários para as atividades de monitoramento dos veículos e que poderão ser capazes de facilitar e potencializar a gestão administrativa e a coordenação e controle dos recursos operacionais.

Os quadros 4,5 e 6, oferecem dados que direcionam o uso do GEOSITE GPS/AVL para as ações de monitoramento de viaturas com GPS, indicando para cada ação a funcionalidade existente no sistema e o recurso necessário no receptor GPS, das quais se destacam: manter mecanismos de controle da distribuição espacial das viaturas; agilizar a capacidade de resposta da Corporação necessária a proteção e ao socorro da comunidade; acompanhar o tempo de permanência de guarnição no atendimento de ocorrência policial; manter a disciplina nos locais de ações e operações policiais, não permitindo a presença de guarnições não empenhadas nas proximidades dos fatos; fiscalizar os deslocamentos das viaturas em coberturas a outras que necessitam de apoio; obter informações sobre disposição tática das viaturas lançadas; apurações diversas envolvendo viaturas; apoio a atividade de rastreamento, cerco e bloqueio; cumprimento do cartão programa; período para manutenção dos veículos de acordo com prazos e quilometragem; utilização de cinto de segurança; controle de velocidade; condução de viatura com o pé na embreagem ou em ponto-morto; local correto para estacionamento das viaturas e forma de condução do veículo.

Identificaram-se algumas ações previstas nas normas de coordenação e controle e gestão de frota que dificilmente poderiam ser realizadas sem a utilização de um sistema de monitoramento de veículos por GPS, a exemplo da recomendação de não conduzir o veículo em ponto-morto e a recomendação de conduzir a viatura policial sem deixar o pé sobre o pedal de embreagem, evitando desgaste prematuro do disco. A utilização de um receptor GPS com recursos avançados ou adicionais torna esta verificação possível e de fácil acompanhamento em uma plataforma informatizada como o GEOSITE GPS/AVL.

Outras ações de coordenação e controle e gestão de frota identificadas, como a obrigatoriedade do uso do cinto de segurança pelos ocupantes de viatura da Polícia Militar; fiscalizar os deslocamentos das viaturas em coberturas a outras que necessitam de apoio; permanência e tempo de permanência de viatura em determinado local; manter mecanismos de controle da distribuição espacial das viaturas dentre outros, podem (e atualmente são) ser realizados sem uso do sistema de monitoramento por GPS, entretanto o esforço para a realização será muito maior e a abrangência e a qualidade destas ações certamente não terão o mesmo alcance se utilizado o monitoramento por GPS.

Desta forma, os autores do primeiro grupo dos determinantes teóricos selecionados para o estudo destacam a necessidade de inovação tecnológica na PMMG nas ações de monitoramento de viaturas, coordenação e controle e gestão de frota, o que permite afirmar que o uso desta tecnologia é útil e poderá facilitar e potencializar a gestão operacional e administrativa sobre viaturas da corporação.

Já os autores do segundo grupo possibilitaram a identificação das inovações na tecnologia GPS, seus receptores e a diversidade de uso para o monitoramento de veículos com GPS. Destaca-se ainda a Localização Automática de Veículos (AVL) que é composto por um sistema informatizado e demais tecnologias e equipamentos discutidos neste trabalho, principalmente a transmissão dos dados e os receptores como uma rotina completa para possibilitar intervenções sobre os veículos.

Conclui-se finalmente que a utilização de receptores GPS de localização nas viaturas, de acordo com os recursos básicos e/ou adicionais, aliados às ferramentas de monitoramento disponíveis no aplicativo GEOSITE GPS/AVL poderá facilitar e potencializar as ações de coordenação e controle na área operacional e a gestão de frota na área administrativa o que influenciará na qualidade dos serviços prestados pelas equipes motorizadas da PMMG uma vez que ações de difícil execução poderão ser realizadas de forma ágil e prática. Este aumento do controle é convertido em economia de recurso e racionalização do uso dos veículos conforme verificado neste trabalho através dos autores que embasaram a pesquisa.

Desta forma foi possível responder a pergunta que direcionou os estudos do trabalho e permitiu as conclusões aqui apresentadas.

Os objetivos propostos foram alcançados uma vez que o sistema GPS foi devidamente descrito, os principais recursos dos receptores GPS foram determinados, o SIG GEOSITE e seus módulos foram descritos e as ações de coordenação e controle possíveis de serem realizadas a partir do GEOSITE GPS/AVL em viaturas com receptor GPS destacadas.

No entanto, a questão o uso da tecnologia GPS para monitoramento de viaturas poderá ser melhor compreendida se outros estudos tais como a definição do tipo de receptor GPS e quais recursos avançados ou adicionais são de interesse da PMMG; a tecnologia de transmissão de dados a partir dos receptores GPS é a mais adequada para cada situação e quem deverá

utilizar os recursos de monitoramento a partir do GEOSITE GPS/AVL com os devidos níveis de acesso e segurança.

Os principais achados e conclusões desta pesquisa permitem sugerir:

- que estudos sejam realizados pelas equipes técnicas da PMMG a fim de definir (especificar) os critérios técnicos para aquisição de receptores GPS de localização (tipo de recursos e de transmissão de dados), com base nos resultados apresentados nesta pesquisa;
- que a PMMG inclua nos editais de licitação para aquisição de novas viaturas o receptor GPS de localização de acordo com as especificações definidas pelas equipes técnicas;
- que estudos sejam feitos no sentido de adquirir receptores GPS de localização para as viaturas existentes atualmente e em uso, tendo como prioridade os veículos destinados a atividade operacional e com menor tempo de uso;
- que se estude a criação de uma estrutura associada ao Centro Integrado de Comunicações Operacionais (CICOOp) da PMMG, destinada a monitorar as viaturas com GPS na área de atuação correspondente a 1ª, 2ª e 3ª Região Integrada de Segurança Pública (RISP), o que corresponde, geograficamente, a Região Metropolitana de Belo Horizonte e alguns municípios em seu entorno, área esta atendida pelo CIAD Belo Horizonte;
- que seja normatizado o uso do GEOSITE GPS/AVL nas ações de coordenação e controle e gestão de frota a incidirem sobre viaturas com receptor GPS instalado.

## REFERÊNCIAS

ANEFALOS, Lilian Cristina. **Gerenciamento de frotas do transporte rodoviário de cargas utilizando sistemas de rastreamento por satélite**. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Ciências, área de concentração: Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo - USP. Piracicaba, 1999. Disponível em < <http://www.cepea.esalq.usp.br/pdf/lilian.pdf>>. Acesso em: 04Fev2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PARAPENTE. **O Esporte**. Disponível em < <http://www.abp.esp.br/index.php?id=55>>. Acesso em: 26Fev2013.

BARSANTE, Cleber do Carmo. **As Comunicações nas Polícias Militares**. Monografia - Academia de Polícia Militar, Polícia Militar do Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1985.

BRASIL. Constituição (1.988). **Constituição da República Federativa do Brasil**, 1988. Brasília: Senado Federal, Centro Gráfico, 203p.

CARNEGIE, Dale. **Administrando através das pessoas**. Rio de Janeiro. Biblioteca do Exército, 1978. Apud SARAIVA, Elias Perpétuo; LUNARDI, João; LIMA, José Geraldo de. **A Coordenação e Controle do Radiopatrulhamento Motorizado na Região Metropolitana de Belo Horizonte**: Proposta para otimização. Monografia - Academia de Polícia Militar de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1995.

EUROPE`S SATELLITE NAVIGATION SYSTEMS. **Galileo**. Disponível em < <http://www.satellite-navigation.eu>>. Acesso em: 05Fev2013

FONTANA, Sandro Paulo. **GPS: a navegação do futuro**. 2. ed. Porto Alegre: Mercado Aberto, 2002. 304 p.

FOUNTAIN, Jane E.. **Construindo um Estado Virtual**: Tecnologia da Informação e mudança institucional. Tradução, Cecile Vossenar. Brasília: Enap, 2005. 296 p.

FURTADO, Vasco. **Tecnologia e Gestão de Informação na Segurança Pública**. Rio de Janeiro: Garamond, 2002. 264 p.

GASPAR, Catarina Rosa. **Geo-localização de viaturas na gestão de frotas**. Dissertação de Mestrado (Gestão do Território especialização em Detecção Remota e Sistemas de Informação Geográfica) - Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, Universidade Nova de Lisboa. Lisboa, Portugal 2011. Disponível em < <http://run.unl.pt/handle/10362/7237>>. Acesso em: 17Out2012.

GEOSITE. **Sistema de Informação Geográfica**. Polícia Militar de Minas Gerais. Disponível em <<https://geosite.sids.mg.gov.br>> . Acesso mediante cadastro e senha. Acessado em: 06Fev2013.

GONÇALVES, Gabriel A., TAVARAYANA, Rodrigo. **Estudo da viabilidade do uso de GPS para o monitoramento de veículos de passeio na região de Orlândia – SP.** Nucleus, V8, n.2, Out2011. Disponível em: <<http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4040985>>. Acesso em: 25 Jan. 2013.

GR SALVADOR. **Centro de rastreamento.** Disponível em <<http://grsalvador.com.br/150151.pdf>>. Acesso em: 04Fev2013.

JUCIUS, Michael J., SCHILENDER, William E. **Introdução à Administração.** São Paulo. Atlas, 1990. Apud SARAIVA, Elias Perpétuo; LUNARDI, João; LIMA, José Geraldo de. **A Coordenação e Controle do Radiopatrulhamento Motorizado na Região Metropolitana de Belo Horizonte:** Proposta para otimização. Monografia - Academia de Polícia Militar de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1995.

LEVINE, J. e LANDIS, J. **Geographic Information System for Local Planning.** Journal of American Planning Association, 1989. 55,2: 209-20

LEWIS, S. **Use of Geographical Information Systems in Transportation Modeling.** ITE Journal, Março1990, pp. 34-38

MACHADO, Washington. **A navegação por satélites e a sociedade brasileira.** Fundação Defesa e Tecnologia de Processos, 2007. Disponível em: <<http://www.sntp.org.br/news070923.htm>>. Acesso em: 25 Jan. 2013.

MACHADO, Washington. **Introdução ao Sistema de Posicionamento Global.** Fundação Defesa e Tecnologia de Processos, 2010. Disponível em: <<http://www.sntp.org.br/introducaoogps.pdf>>. Acesso em 29 Jan. 2013.

MAXTRACK Industrial Ltda. **Produtos. Equipamentos. Rastreadores automotivos.** <<http://www.maxtrack.com.br/site/?menu=Produtos&tipo=Equipamentos&produto=MTC-550%20FULL>>. Acesso em: 30Jan2013.

MENDES, Cláudio Antônio. **O processo de informatização dos Registros de Eventos de Defesa Social e a sua utilização como instrumento de gestão, de compartilhamento e integração de informações e de controle social das instituições policiais de Minas Gerais.** Monografia (Especialização) – Academia de Polícia Militar, Polícia Militar do Estado de Minas Gerais e Fundação João Pinheiro, Belo Horizonte, 2007.

MINAS GERAIS. Constituição (1989). **Constituição do Estado de Minas Gerais.** 14<sup>a</sup>. ed. Belo Horizonte: Assembleia Legislativa do Estado de Minas Gerais, 2011. 274 p.

MINAS GERAIS. Polícia Militar. Comando-Geral, 3<sup>a</sup> Seção do Estado-Maior da PMMG. **Estabelece orientações gerais para as atividades de coordenação e controle a serem realizadas no âmbito da PMMG.** Diretriz nº 3.02.02/09-CG. Belo Horizonte, 2009. 81 p.

MINAS GERAIS. Polícia Militar. Comando-Geral, 3<sup>a</sup> Seção do Estado-Maior da PMMG. **Diretriz para a Produção de Serviços de Segurança Pública n. 3.01.01/2010 - CG.** Regula o emprego operacional da Polícia Militar. Belo Horizonte, 2010. 108 p.

MINAS GERAIS. Polícia Militar. Diretoria de Apoio Logístico. **Estabelece procedimentos com o fim de otimizar o uso e durabilidade das viaturas da PMMG.** Instrução Logística nº 66/2011. Belo Horizonte, 2011. 33p.

MINAS GERAIS. Polícia Militar. **Manual de Gerenciamento da Frota:** Orienta e padroniza procedimentos que regulam o Sistema de Motomecanização da Polícia Militar de Minas Gerais. Belo Horizonte: Comando-Geral / Diretoria de Apoio Logístico, 2012. 132 p.

MONICO, João Francisco Galera. **Posicionamento pelo GNSS** - Descrição, Fundamentos e Aplicações. 2. ed. São Paulo: Unesp, 2008. 476 p.

MONTEIRO, Aluisio; BEZERRA, André L. Batista. **Vantagem competitiva em logística empresarial baseada em tecnologia de informação.** Artigo VI Seminário de Administração FEA-USP, São Paulo, 2003. Disponível em <<http://www.uva.br/sites/all/themes/uva/files/pdf/artigo-vantagem-competitiva.pdf>>. Acesso em: 07Fev2013.

PEREIRA, Poliana C., JÚNIOR, Antônio L. R. **Uso de APRS na monitorização de unidades móveis na área de saúde.** VI Workshop de Informática Médica (WIM2006), 2006. Disponível em: < [http://www.academia.edu/1600964/Uso\\_de\\_APRS\\_na\\_monitorizacao\\_de\\_unidades\\_moveis\\_na\\_area\\_de\\_saude](http://www.academia.edu/1600964/Uso_de_APRS_na_monitorizacao_de_unidades_moveis_na_area_de_saude) >. Acesso em: 01 Fev. 2013.

PONTE, Vera Maria Rodrigues *et al.* **Análise das metodologias e técnicas de pesquisas adotadas nos estudos brasileiros sobre *balanced scorecard*:** um estudo dos artigos publicados no período de 1999 a 2006. Artigo publicado no I Congresso AnpCONT, Gramado, 2007. Disponível em < <http://www.anpcont.com.br/site/docs/congressoI/03/EPC079.pdf> >. Acesso em: 22Fev2013.

ROCHA, César Henrique Barra. **Geoprocessamento:** tecnologia transdisciplinar. 2 ed. Juiz de Fora: Edição do Autor, 2002. 220 p.

ROCHA, Geórgia R.; JÚNIOR, Jésus T. Barreto; GONTIJO, Ricard F.. **Modelo de Gestão Integrada do Sistema de Defesa Social de Minas Gerais.** Artigo, I Congresso CONSAD de Gestão Pública, Brasília, 2008. Disponível em <[http://www.portaldoservidor.sc.gov.br/index.php?option=com\\_content&task=view&id=621](http://www.portaldoservidor.sc.gov.br/index.php?option=com_content&task=view&id=621)>. Acesso em: 06Fev2013.

ROCHA, José Antônio M. R. **GPS:** Uma abordagem prática. 4.ed. Recife: Bagaço, 2003. 232 p.

SARAIVA, Elias Perpétuo; LUNARDI, João; LIMA, José Geraldo de. **A Coordenação e Controle do Radiopatrulhamento Motorizado na Região Metropolitana de Belo Horizonte:** Proposta para otimização. Monografia - Academia de Polícia Militar de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1995.

TECNOLOGIA GPS. **Rastreadores. RastreadorTrackSat3.** Disponível em < <http://www.tecnologiagps.com.br/arquivos/DatasheetTrackSat-3.pdf>>. Acesso em: 30Jan2013.