

RASTREAMENTO DE VEÍCULOS

Apresentação

A área de *Intelligent Transportation Systems* (ITS) vem experimentando notáveis desenvolvimentos em tempos recentes. Estes desenvolvimentos têm ocorrido nas mais variadas áreas e compreendem tanto a chamada infra-estrutura inteligente quanto os veículos inteligentes. Em nosso país, duas frentes têm mostrado desenvolvimentos importantes, porém ainda tímidos face ao pleno potencial de benefícios antevistos.

De um lado, as concessionárias de rodovias têm gradualmente implementado a base do que pode vir a se consolidar como uma futura infra-estrutura inteligente e, também, o uso de identificadores de radiofrequência em processos de cobrança.

De outro lado, o setor privado, motivado sobretudo por aplicações de segurança e logística, tem logrado notável expansão da frota rastreada em aplicações as mais variadas, que vão do simples posicionamento veicular a processos inteligentes de gestão de viagens que compreendem processos logísticos, roteamentos dinâmicos, resgates, entre inúmeros outros. Estes desenvolvimentos, que ocorrem ainda sem a definição de uma desejável arquitetura nacional para ITS, têm sido viabilizados por objetivos claros, custos plausíveis e benefícios inequívocos.

Antevê-se ampla e sofisticada rota de desenvolvimento e aplicações, tanto na infra-estrutura quanto no veículo, mas sobretudo na integração destes. Estão em nosso horizonte sofisticadas aplicações: de gestão de tráfego, gestão de incidentes, serviços de emergência, de informação para o usuário, prevenção de acidentes, transporte intermodal, de assistência ao motorista e muitas outras.

Este livro representa um marco importante nesta rota de desenvolvimento, pois consolida conhecimento fundamental para estas aplicações. Aborda com clareza aspectos essenciais do rastreamento de veículos, explora as tecnologias de posicionamento e comunicação, e discute maduramente aspectos associados à infra-estrutura de informática.

É uma referência fundamental para todos aqueles envolvidos na área de ITS e, em particular, com o rastreamento de veículos e suas variadas aplicações.

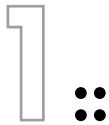
Chequer Jabour Chequer, MSc
Presidente da Associação Brasileira de Sistemas
Inteligentes de Transporte – ITS Brasil.

Sumário

1 Fundamentos do Rastreamento de Veículos (RV)	15
1.1 Aspectos conceituais.....	16
1.1.1 Definição	16
1.1.2 Circunstâncias de utilização	16
1.1.3 Características do monitoramento	18
1.2 Componentes do sistema RV	22
1.2.1 Sistemas de posicionamento	23
1.2.2 Sistemas de comunicação	29
1.2.3 Equipamentos embarcados	33
1.2.4 Gestão da informação.....	35
1.3 Considerações finais	40
2 As Tecnologias no Mercado	43
2.1 Identificação em Curtas Distâncias por Radiofrequência (RFID)	43
2.1.1 RFID Passivos.....	44
2.1.2 RFID Ativos.....	50
2.1.3 RFID Semipassivos (ou Semi-ativos).....	51
2.2 O sistema de telefonia celular no Brasil.....	51
2.2.1 Características gerais.....	51
2.2.2 Arquitetura do sistema celular	53
2.2.3 Tecnologias de comunicação com as estações móveis	55
2.2.4 Transmissão de dados via rede de dados celular digital.....	64
2.3 Transmissão de dados por rádio-modem.....	64
2.4 Transmissão de dados por satélite	64

2.5	Sistema Global de Navegação por Satélite (GNSS).....	65
2.5.1	GPS	65
2.5.2	O sistema Glonass.....	69
2.5.3	O sistema Galileo	70
2.6	Location Based System (LBS)	71
2.6.1	Estações Rádio-Base (ERBs).....	71
2.6.2	Posicionamento por proximidade	72
2.6.3	Técnicas para o refinamento da localização	73
2.6.4	Medição da distância por meio da potência do sinal de rádio	73
2.6.5	Medição de distâncias por meio do tempo de propagação do sinal .	74
2.6.6	Medição de distâncias por meio do ângulo de recepção do sinal	76
2.6.7	Sistemas de posicionamento padrão.....	77
2.7	Tecnologias para a localização de veículos e cargas	79
2.7.1	Bloqueador	79
2.7.2	Localizador	80
2.7.3	Rastreador	81
2.7.4	Considerações gerais sobre a proteção de veículos	82
2.7.5	Dispositivo para rastreamento e monitoramento de cargas.....	83
2.8	Navegadores	83
2.9	Requisitos básicos dos produtos embarcados	83
2.1	Novos paradigmas de RV	84
2.11	Evolução da eletrônica embarcada em veículos.....	85
2.11.1	Os requisitos da comunicação em veículos	86
2.11.2	Exemplos de subsistemas automotivos.....	86
2.11.3	Alguns tipos de comunicação automotiva	87
2.11.4	Tecnologias emergentes	88
2.12	Dispositivos de interface com o usuário.....	91
2.13	Considerações finais e perspectivas futuras	95
3	Infra-estrutura de Informática	97
3.1	:: Arquitetura Cliente-Servidor	97
3.2	Aplicações Web	98

3.3	Arquitetura Orientada a Serviços (AOS).....	100
3.4	<i>Web Services</i>	100
3.5	Segurança e qualidade do serviço	101
3.6	Escolha da plataforma de desenvolvimento e ferramentas de software baseadas em software livre	102
3.6.1	Sistema operacional FreeBSD.....	102
3.6.2	Servidor Web Apache.....	102
3.6.3	Sistema Gerenciador de Banco de Dados MySQL	103
3.6.4	Linguagem PHP	103
3.7	Exemplos de implementação de Arquiteturas Web	104
3.7.1	Soluções baseadas no ambiente de programação Active Server Pages (ASP.NET).....	104
3.7.2	Soluções baseadas no ambiente de programação Delphi	104
3.7.3	Mapas	105
3.8	A infra-estrutura computacional.....	105
3.9	Considerações sobre o projeto de sistemas de RV	106
4	O Futuro	109
	Bibliografia	111
	Apêndice	115
A.	Radiofrequência e Ondas Eletromagnéticas.....	115
A.1	Princípios básicos	115
A.2	Antenas	117
A.3	Características de propagação	117
A.4	Modulação.....	119
A.5	Espalhamento espectral	121
A.6	Transmissão de sinais digitais.....	122



Fundamentos do Rastreamento de Veículos (RV)

Entre as inúmeras possibilidades de aplicação do Rastreamento de Veículos (RV), este capítulo destaca o transporte rodoviário e a arte do rastreamento de veículos e cargas em trânsito (posicionamento, comunicação e tratamento de bases de dados). Descrevem-se as tecnologias representativas, os equipamentos, redes, softwares, funcionalidades, entre outros recursos, para permitir que o leitor entre em contato com as principais circunstâncias que envolvem sua utilização, compreenda as características do monitoramento espacial dos veículos e conheça o conjunto de componentes do sistema RV.

O rastreamento de veículos visa ao fornecimento e ao gerenciamento sistemático da posição e do estado dos veículos, com variados níveis de exatidão e intervalos de tempo. É empregado para aumentar a eficiência dos despachos, otimizar o uso dos veículos, reduzir o custo operacional e atender às exigências de seguradoras, uma vez que aumenta a segurança das cargas, do casco e dos motoristas.

O início da operação dos sistemas RV ocorreu em Chicago, no final da década de 1960. Com a denominação inicial de *Automatic Vehicle Location* (AVL), o sistema foi criado como uma ferramenta de apoio à gestão de tráfego. No entanto, é utilizado principalmente como ferramenta de gerenciamento logístico e de risco. No Brasil, o emprego do RV iniciou-se por motivos de segurança, visando à prevenção de roubos e/ou recuperação de bens.

Nota-se uma clara expansão das funcionalidades originais do sistema. Embora a posição do veículo de carga possa ser considerada como a informação mais importante do sistema RV, outros atributos do veículo são igualmente relevantes, como: o estado de portas/baú, a presença de pessoas na cabine, os dados de telemetria (velocidade, temperatura, falhas mecânicas) e os dados operacionais, como a identificação do motorista e da carga.

Atualmente, há uma tendência de crescimento desse mercado em decorrência da ampliação de funções, principalmente pelo uso conjunto do RV com outras tecnologias, como *Location Based Services* (LBS), comunicação sem fio (*wireless*), ferramentas de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e de Internet.

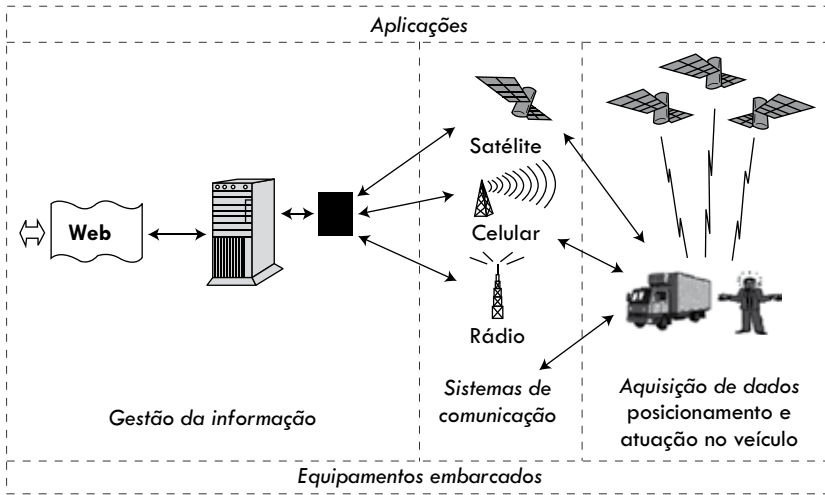


Fig. 1.1 Componentes do sistema RV

Fonte: Adaptada de Graber (www.graber.com.br).

A utilização dessas tecnologias no transporte de carga causou profundas mudanças nas áreas de logística e de segurança. Até um passado recente, determinar a exata posição de um elemento estático, como uma torre de alta tensão, podia demandar dias de trabalho de uma equipe especializada. Atualmente, é possível obter a posição geográfica dos veículos durante seu deslocamento, com alternativas de posicionamento, comunicação, e processamento, bem como dos sistemas gestores.

As restrições técnicas de posicionamento foram superadas e o foco da atenção na área de transportes rodoviários deslocou-se para a:

- :: comparação das alternativas tecnológicas (*hardware* e *software*);
- :: integração com sistemas corporativos;
- :: exploração e análise dos dados;
- :: redução de custos de implantação, manutenção e comunicação.

Em um mercado que se caracteriza pelo constante desenvolvimento, a implantação do sistema RV implica, obrigatoriamente, a comparação tecnológica dos seus componentes (*hardware* e *software*), com um conhecimento específico consistente e, ao mesmo tempo, uma visão administrativa integrada. A comparação tecnológica é fundamental para o gestor da frota, e por causa do número e das características das variáveis, costuma ser complexa, principalmente para os leigos, público majoritário ao qual se destina esta publicação.

Outra preocupação importante é a integração entre o sistema RV e os diversos sistemas de uma empresa, para eliminar o indesejável isolamento operacional, característico dos

1.2.1 SISTEMAS DE POSICIONAMENTO

Os diversos sistemas utilizados para determinar a localização geográfica do veículo diferenciam-se pelo tipo de tecnologia, abrangência, precisão e custo de implementação. Os principais processos baseiam-se nos postos de sinalização (*signpost*), na triangulação das frequências de rádio, na rede de telefonia móvel e em satélites, no Global Positioning Systems (GPS).

É fundamental realçar que não há uma tecnologia ideal. Existem diferentes soluções para distintas circunstâncias, definidas pelo tipo de operação do veículo, pela oferta de tecnologia na região e pela natureza do sistema de gestão da informação.

a) Postos de localização (*signpost*)

Esse tipo de sistema detecta a proximidade do veículo em relação a um ponto de referência. O registro da passagem é realizado pela troca de ondas de rádio, luz ou sinal sonoro entre o dispositivo embarcado no veículo e a estação de controle. É o sistema mais simples e antigo utilizado no transporte rodoviário, e possui três componentes principais:

- :: unidade instalada no veículo (*transponder*);
- :: unidade de leitura;
- :: central de computação dos dados.

Esses sistemas podem ser de *tags* (etiquetas) ativos ou passivos. Os que possuem *tags* passivos caracterizam-se por armazenar informações limitadas, e são de baixo custo. Os *tags* ativos, por sua vez, permitem armazenar informações dinâmicas do veículo (carga, rota, número de passageiros etc.), mas requerem fonte de alimentação de energia e têm custo mais elevado em comparação ao sistema passivo.

As maiores vantagens do sistema *signpost* são a robustez e o baixo custo da unidade embarcada; as principais desvantagens são o custo de implantação da infra-estrutura (unidades de leitura) e a abrangência restrita à região coberta por unidades de leitura.

b) Radiofrequência (triangulação de antenas)

Esse sistema de posicionamento está baseado em uma infra-estrutura terrestre de radiocomunicação digital bidirecional, sendo composto por uma rede de antenas de rádio que opera em frequência exclusiva, uma unidade de comunicação instalada no veículo e uma central de processamento de dados.

Por meio de algoritmos computacionais, a central de controle, com as coordenadas geográficas, é capaz de determinar a posição do veículo com uma precisão de 100 m (útil para inúmeras operações de transporte de carga), pela triangulação do sinal das antenas.

Trata-se de uma solução de baixo custo, mas que não envolve a localização automática do veículo nem permite o seu rastreamento. A localização dependerá de alguém ouvir a mensagem e se dispor a ligar informando a posição do veículo, para a sua recuperação.

2.7.2 LOCALIZADOR

O localizador apresenta diversas funções de um bloqueador, com a diferença de usar a tecnologia celular para a comunicação com o equipamento embarcado, possibilitando determinar a posição aproximada do veículo (Fig. 2.17). Consegue-se essa posição pela potência do sinal transmitido pelo dispositivo de comunicação celular incorporado no localizador, sinal que é recebido pelas ERB da operadora de celular contratada. A precisão da localização pode ser da dezenas de metros até quilômetros.

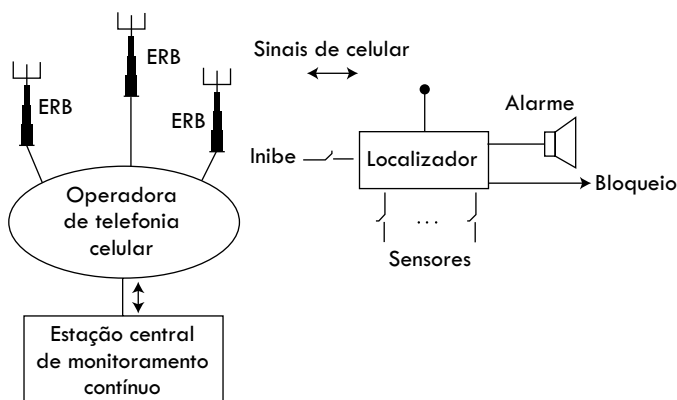


Fig. 2.17 Arquitetura típica de um localizador de veículos

Por diversas razões – como o custo decrescente de localização por meio de GPS –, essa tecnologia é cada vez menos utilizada.

Uma variação adotada especialmente por companhias de seguro de veículos é a substituição da tecnologia de celular por uma rede própria de antenas de rádio espalhadas em uma região de maior risco (a região metropolitana de uma grande cidade como São Paulo, por exemplo), na qual os veículos que receberam o dispositivo circulam na maior parte do tempo. Isso permite determinar aproximadamente a posição do veículo; contudo, o sistema perde a sua utilidade no caso de o veículo sair da região de cobertura (por exemplo, em uma viagem). As vantagens apregoadas dessa tecnologia são principalmente o baixo custo do equipamento embarcado (importante, pois o equipamento é instalado em comodato), o baixo custo da comunicação com o veículo, por utilizar antenas próprias, e a viabilidade eco-

nômica de utilização em veículos de menor valor, mas que apresentam alto risco de roubo ou furto.

2.7.3 RASTREADOR

É o produto empregado, há vários anos, em veículos de passeio, motocicletas e caminhões. Além da comunicação via celular (GSM/GPRS ou CDMA) presente no localizador, o receptor GPS fornece a posição do veículo com maior exatidão (Fig. 2.18).

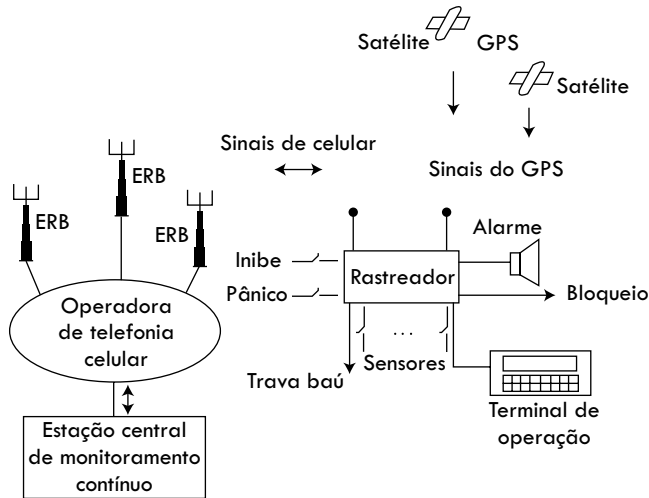


Fig. 2.18 Arquitetura típica de um rastreador de veículos

Um recurso que costuma estar presente em todas as versões é o botão de pânico, para o motorista sinalizar situações de emergência, como seqüestros e roubos. Modelos mais completos incluem microfones e câmeras escondidas para que a ECMC possa decidir pela melhor forma de agir visando preservar a integridade do motorista e dos passageiros. No transporte de cargas, os recursos *estado de portas*, *presença de passageiros e motorista*, *trava baú* e *carreta*, além de um terminal com teclado e *display*, podem ser incorporados, de acordo com o interesse do usuário e exigências da aplicação.

Em geral, o terminal de interface com o motorista é um recurso interessante para tornar as operações mais seguras e dar apoio logístico, podendo receber mensagens para alterar roteiros de entrega, por exemplo, e outras mensagens curtas para o motorista, que também pode ser orientado a sinalizar o início ou o término de uma operação de carga e descarga, ou algum tipo específico de parada (abastecimento, quebra do veículo etc.). Em entregas urbanas, por exemplo, que podem apresentar momentos de maior vulnerabilidade, a ECMC

3.3 :: ARQUITETURA ORIENTADA A SERVIÇOS (AOS)

É um estilo de arquitetura de software cujas funcionalidades implementadas pelas aplicações devem ser disponibilizadas na forma de serviços. A *Organization for the Advancement of Structured Information Standards* (OASIS) define que uma “arquitetura orientada a serviço (em inglês, SOA) é um paradigma para organização e utilização de competências distribuídas que estão sob controle de diferentes domínios proprietários”. A AOS baseia-se nos princípios da computação distribuída e a comunicação entre os sistemas clientes e os sistemas que implementam os serviços utiliza o paradigma *request/reply*.

Entre os benefícios de sua utilização, destacam-se:

- :: os recursos computacionais legados podem ter uma sobrevida quando transformados em serviços;
- :: o gerenciamento da complexidade é facilitado;
- :: as possibilidades de reaproveitamento de programas são maiores;
- :: menor tempo e custo de implementação.

A implementação de sistemas que seguem essa arquitetura pode ser feita com diversas plataformas, como o protocolo DSOM, da IBM e o DCOM, da Microsoft. Web Services, descritos no item seguinte, são cada vez mais utilizados, embora o padrão nada sugira a respeito.

3.4 :: WEB SERVICES

Uma solução empregada na integração de sistemas e na comunicação entre diferentes aplicações é desenvolver *Web Services*. Isso permite que novas aplicações interajam com as já existentes e que exista compatibilidade entre sistemas desenvolvidos em plataformas distintas. Cada aplicação pode ser desenvolvida em uma linguagem diferente, uma vez que o formato de troca de dados entre elas é padronizado com o *eXtensible Markup Language* (XML). Essa característica viabiliza a interoperabilidade entre diferentes plataformas, pois os arquivos segundo o padrão XML são baseados em texto, o que explica a popularização dos *Web Services*, contrapondo-se aos sistemas desenvolvidos segundo padrões proprietários não-abertos.

O *World Wide Web Consortium* (W3C®) e a OASIS são responsáveis pela padronização dos *Web Services*.

Alguns autores acreditam que os *Web Services* são uma tecnologia adequada à implementação de AOS, por serem autodescritivos, com aplicações modulares, expondo a

lógica de negócio como serviços, os quais podem ser publicados, descobertos e invocados na Internet.

Os *Web Services* utilizam outras tecnologias além do XML:

- :: o protocolo SOAP, ou *Simple Object Access Protocol*, baseado em XML, codifica as chamadas às operações, incluindo os parâmetros de entrada/saída;
- :: a linguagem WSDL, ou *Web Services Description Language*, descreve os serviços (operações, mensagens, parâmetros etc.);
- :: o protocolo UDDI, ou *Universal Description, Discovery and Integration*, é responsável pelo processo de publicação, pesquisa e descoberta de *Web Services*.

3.5 :: SEGURANÇA E QUALIDADE DO SERVIÇO

A utilização da Internet para a transmissão de dados levanta questionamentos sobre a segurança, um dos aspectos mais visíveis da qualidade do serviço (QoS). Alguns preceitos de segurança devem ser considerados:

- :: **Autenticação:** a identidade dos usuários do sistema deve ser garantida, não permitindo o acesso de usuários não habilitados.
- :: **Confidencialidade:** os dados coletados e armazenados não podem ser acessados por usuários não habilitados.
- :: **Integridade:** os dados não podem ser apagados ou modificados durante o seu tráfego pela rede ou no processo de armazenamento.
- :: **Autorização:** os usuários devem acessar apenas a parte dos dados a eles destinada.
- :: **Não-repudição:** a tecnologia utilizada deve ser de tal forma que os dados não possam ser negados por quem os gerou, mesmo que eles o comprometam.

Maneiras de manter a segurança em *Web Services*:

- :: **Autenticação básica HTTP:** permite a utilização de um esquema básico de autenticação, pelo fornecimento do nome e da senha do usuário. Esse esquema é utilizado por diversos *sites* da Internet para restringir o acesso a áreas de administração. A sua segurança não é alta, uma vez que tanto o nome do usuário como a sua senha trafegam pela rede, em formato de texto, que é aberto.
- :: **Secure Sockets Layer (SSL):** a criptografia das mensagens HTTP pelo SSL efetua-se pela utilização do protocolo HTTPS (HTTP sobre SSL). *Sites* que necessitam de acesso seguro, como bancos, utilizam-na. A autenticação dos usuários é permitida para apenas um dos lados, com um certificado digital fornecido por uma autoridade certificadora