

# Um Sistema Web para Rastreamento e Monitoramento de Cargas: Especificação e Prototipagem do Módulo Servidor

Marly Midori Siraichi Petrulio<sup>1</sup>, Edson Alves de Oliveira Junior<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Informática (DIN) – Universidade Estadual de Maringá (UEM)  
Av. Colombo, 5790 – 87020-900 Maringá-PR – Brasil

mmsir@ig.com.br, edson@edsonjr.pro.br

**Abstract.** *Even composing a respectable and important area in the nation's economy, carriers have gone through many difficulties where the application of technologies for monitoring and tracking are effective. However, these technologies are not always feasible for the applicability of all cargo transported by a company. Therefore, this article presents a low-cost alternative proposal to enable such applicability. The study was carried out in a medium-sized carrier, using case study as the research method. The collection of data regarding the solution's elaboration was based: on previous experiences gathered in the development of additional modules to the already adopted software by the company; and on interviews with people involved in the process. As a result it is presented a proposal that can be used in a standalone way or it can be combined to the solution already used in the company allowing a significant saving. In addition, it can be used by other carriers.*

**Resumo.** *Mesmo compondo um setor de respeitável importância na economia do país, as transportadoras têm enfrentado muitas dificuldades onde a aplicação das tecnologias de monitoramento e rastreamento são eficientes. No entanto, nem sempre essas tecnologias são de aplicabilidade viável à totalidade das cargas transportadas de uma empresa. Assim, este artigo apresenta a proposta de uma solução alternativa de baixo custo para possibilitar esta aplicabilidade. O estudo foi realizado em uma empresa transportadora de médio porte, utilizando-se como método de pesquisa o estudo de caso. A coleta de dados necessários para a elaboração da solução baseou-se em experiências anteriores adquiridas no desenvolvimento de módulos adicionais a um software já adotado na empresa e em entrevistas com pessoas envolvidas no processo. Como resultado apresenta-se uma proposta que pode ser utilizada individualmente ou em conjunto com a solução já utilizada na empresa possibilitando uma economia significativa e podendo ser utilizada em outras transportadoras.*

## 1. Introdução

A tecnologia tem se firmado cada vez mais como parte do cotidiano das pessoas surgindo, em todos os segmentos, necessidades diferentes em que a devida aplicação de tecnologias mostra-se como ferramenta eficiente na solução de vários problemas. O mesmo acontece na área de transportes e logística, em que um dos recursos empregados continuamente é o rastreamento e monitoramento de cargas. Anfalos (1999) afirma que o uso do rastreamento proliferou principalmente para o gerenciamento de risco em função do aumento do número de sinistros, enquanto que para Schmitt (2008) a aplicação de recursos tecnológicos contribui enormemente para as operações logísticas. Em menos de dez anos pôde-se testemunhar no Brasil o crescimento do uso do rastreamento e do

monitoramento de cargas, que inicialmente eram utilizados principalmente para evitar roubos e que hoje já se mostram como sendo um diferencial eficiente seja agilizando entregas, reduzindo custos e até mesmo identificando gargalos e deficiências operacionais.

A crescente utilização do rastreamento e monitoramento de cargas não se deu à toa. Andrade (2008) cita que “o transporte brasileiro como atividade econômica gera riquezas na ordem de 6,5% do PIB (Produto Interno Bruto) e garante aproximadamente 2,5 milhões de empregos diretos, o que faz do setor uma das mais importantes atividades”. Dentre os segmentos ferroviário, aquaviário, aéreo, dutoviário e rodoviário, este último, considerado neste trabalho, é o mais utilizado (Tabela 1). Bordin (2008) mostra que o setor rodoviário é responsável por mais de 90% do transporte de passageiros e 61% do transportes de cargas no Brasil.

**Tabela 1. Volume Transportado em Milhões de Toneladas (FIPE, 2008).**

Segmentos	Anos	2008*	2007	2006	2005	2004	2003	2002
Rodoviário		606	584	549	535	456	448	454
Ferrovário		483	465	432	414	394	360	330
Aquaviário		471	451	495	459	458	475	452
Aéreo		0,5	0,48	0,46	0,56	0,57	0,49	0,5

(\*) 12 meses até julho

Mesmo o segmento rodoviário sendo o mais utilizado, este ainda enfrenta muitos problemas como, por exemplo, o roubo de cargas continua crescente (Tabela 2) aumentando a quantidade de empresas que fazem Gerenciamento de Risco, tarefa que planeja ações preventivas de segurança e que se baseiam na tecnologia de rastreamento.

**Tabela 2. Seguro no Transporte, Médias Mensais em Milhões de R\$ (BORDIN, 2008).**

	2007	2006	2005	2004	2003	2002
Sinistros	60	59	57	52	21	20
Prêmio	116	110	109	106	48	43
Índice sinistralidade	52%	53%	52%	49%	44%	46%

A Pesquisa Rodoviária CNT (2007) evidenciou outra das grandes problemáticas no segmento, que é a degradação da malha rodoviária. Da extensão pesquisada 73,9% apresentam algum tipo de problema (Tabela 3). Em contrapartida, Schmitt (2008) afirma que a roteirização, capaz de ser observada pelo rastreamento, reduziu 30% os custos de frete nos Estados Unidos, enquanto no Brasil a redução contabilizada foi de apenas 10%.

**Tabela 3. Classificação da Malha Rodoviária (CNT, 2007).**

Classificação	Extensão em Km	
Ótimo	9,211	10,5 %
Bom	13,682	15,6 %
Regular	35,710	40,8 %
Ruim	19,397	22,1 %
Péssimo	9,592	11,0 %
Total	87,592	100,0 %

Todas essas evidências contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho, que visa especificar e implementar um protótipo de uma ferramenta automatizada de monitoramento e rastreamento de carga permitindo a disponibilização deste recurso a um menor custo, aliado a uma

maior usabilidade. Por meio das necessidades identificadas em uma empresa transportadora de médio porte, este trabalho apresenta uma solução alternativa de baixo custo que pode ser utilizada individualmente ou em conjunto com a solução atualmente adotada pela empresa. Como método de pesquisa foi adotado o estudo de caso em que as informações necessárias para a proposta da solução foram reunidas em entrevistas com pessoal envolvido no processo e com base em experiências anteriores adquiridas no desenvolvimento de módulos adicionais ao software já existente. A solução desenvolvida está dividida em dois módulos, servidor e cliente, sendo o primeiro o foco deste trabalho.

Este artigo está estruturado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta os principais conceitos sobre as modalidades de rastreamento existentes, bem como as tecnologias utilizadas para o desenvolvimento da solução proposta; a Seção 3 apresenta a caracterização da solução proposta e a metodologia utilizada em sua especificação e implementação; e a Seção 4 apresenta as conclusões e os trabalhos futuros.

## 2. Fundamentação Teórica

Esta seção apresenta as modalidades de rastreamento existentes atualmente, bem como uma breve introdução aos conceitos e tecnologias mais utilizadas que estão relacionados ao desenvolvimento de software para Web.

### 2.1. Modalidades de Rastreamento de Cargas

Bordin (2008) afirma que um sistema característico de rastreamento é constituído por um tripé de serviços: localização do ponto, comunicação e central de monitoramento, que possui como ferramenta principal softwares específicos. Inicialmente, deve haver a localização do objeto rastreado seguida da transmissão dessas informações geo-referenciadas à uma central de monitoramento. Por fim, tal central utiliza estas informações da forma necessária em cada contexto.

A Figura 1 apresenta as opções disponíveis para localização de um ponto, sendo elas (MOURA, 2004): localização via satélite, localização por direcionamento, por triangulação de antenas ou pela rede celular denominado de celular via célula – ERB (Estação Rádio Base). As subseções a seguir apresentam uma descrição de cada uma destas quatro modalidades.

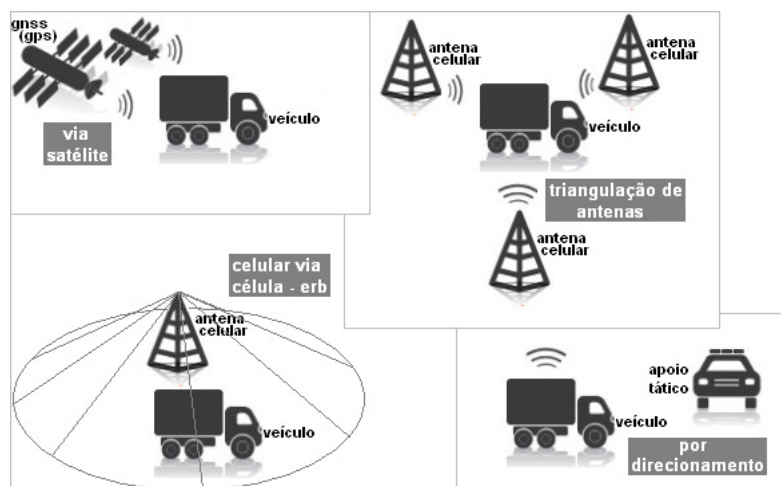


Figura 1. Opções para Localização de um Ponto (MOURA, 2004).

### **2.1.1. Localização Via Satélite**

A base de conhecimento para o surgimento desta modalidade de localização tem origem na época dos grandes navegadores da história mundial quando os novos continentes, então chamados de América, foram descobertos. Outro grande avanço aconteceu em 1912 com o surgimento do equipamento para rádio-navegação quando sinais de rádio começaram a ser usados para determinar a localização e mais tarde na II Guerra Mundial quando foi desenvolvido o RADAR (*Radio Detection And Ranging*). Junto com ele nascia a possibilidade de medir o tempo entre a emissão e a recepção de ondas de rádio. Tendo conhecimento da localização dos transmissores e receptores, da velocidade das ondas de rádio e do tempo entre uma emissão e recepção de sinal, podia se calcular a localização de um ponto em uma dimensão. Usando três transmissores era possível determinar uma posição bidimensional (latitude e longitude). O rastreamento via satélite funciona usando estes mesmos conceitos, porém substituindo o transmissor de rádio por satélites possibilitando o fornecimento da posição em três dimensões: latitude, longitude e altitude (GORGULHO, 2001).

Segundo Soares (2008), o GNSS (*Global Navigation Satellite System*) ou sistema de navegação via satélite em operação mais conhecido hoje é o GPS (*Global Positioning System*). Seu projeto NAVSTAR foi concebido pelo Departamento de Defesa dos EUA (DoD) para fins militares em 1960 e considerado totalmente operacional em 1995. É um sistema de navegação formado por uma constelação de 24 satélites que percorrem a órbita da terra em 12 horas (DANA, 1994) e transmitem sinais para a Terra continuamente de modo gratuito. Qualquer receptor de GPS que consiga comunicação com pelo menos quatro destes satélites terá informações de sua localização por meio do fornecimento de longitude, latitude e altitude, assim como sua velocidade e sentido de deslocamento (MOURA, 2004). Dentre os outros sistemas de navegação via satélite existentes, mas muito menos conhecidos, estão o russo GLONASS (*Global Navigation Satellite System*), os futuros chinês Beidou ou Compass e o europeu Galileo com previsão de total operacionalidade para 2013 e 2017, respectivamente (SIEWERDT, 2008).

Considerando a aplicabilidade do sistema de navegação via satélite no setor transportador, ocorrida a recepção do posicionamento pelo receptor de GPS, essas informações são transmitidas para a central de monitoramento através do uso de celulares, rádios ou mesmo satélites (BORDIN, 2008).

### **2.1.2. Localização por Direcionamento**

Este sistema foi desenvolvido nos Estados Unidos onde é bastante popular e baseia-se na instalação de um dispositivo eletrônico no veículo. Ele faz o veículo disparar um sinal silencioso e criptografado, que é monitorado por apoio tático a partir do momento da emissão de um aviso de roubo. A abrangência é limitada e, por isso, sua aplicação se dá mais em veículos particulares atendidos por empresas de segurança especializadas (MOURA, 2004).

### **2.1.3. Localização por Triangulação de Antenas**

Moura (2004) afirma que este sistema baseia-se nos mesmos conceitos do modo via satélite, porém, usa as antenas em terra para conseguir sua localização. Recordando sobre o modo via satélite, a localização do ponto se faz baseado nos conceitos do RADAR, com a possibilidade de

medição de tempo entre a emissão e a recepção do sinal e com a localização já conhecida das antenas.

A localização por triangulação de antenas fornece uma localização muito mais precisa, funciona em locais fechados, mas também oferece abrangência limitada por causa da cobertura das antenas em terra.

#### 2.1.4. Localização por Celular via Célula – ERB (Estação Rádio Base)

Segundo Moura (2004), esta modalidade oferece um posicionamento que não é preciso e baseia-se na localização da antena na qual o celular se conectou. Essas antenas são chamadas de ERB e a área coberta desta antena, chamada de célula, será o local aproximado em que o objeto rastreado poderá se encontrar. É mais utilizado para segurança pessoal, tem como vantagem o baixo custo e como desvantagens a localização não precisa e limitação das antenas de celulares fora dos grandes centros.

#### 2.1.5. Softwares Específicos para Rastreamento e Monitoramento de Cargas

Para que as informações de posicionamento sejam possíveis de serem gerenciadas é necessário um software específico de rastreamento e monitoramento de cargas que permita a interação com o usuário final. Existem vários fornecedores deste tipo de software no mercado transportador-logístico que possibilitam funções similares entre si como: visualização de posição, acompanhamento de rotas, programação de sensores no veículo, envio e recebimento de mensagens e envio de comandos que podem, por exemplo, bloquear o veículo em tempo real (AUTOTRAC, 2008). Essas soluções podem ser instaladas localmente quando a quantidade de veículos ultrapassa a 50, ou serem utilizadas via Web, quando visa atender a usuários individuais ou pequenos transportadores (BORDIN, 2008).

A Tabela 4 apresenta informações classificatórias entre os principais fornecedores deste tipo de software atuante no mercado transportador-logístico comparando as principais características que devem agregar.

**Tabela 4. Empresas Fornecedoras de Softwares Específicos (MOURA, 2004).**

Empresa	OBC (Computador de Bordo) que aceite integração com periféricos	Software Gratuito	Integração com a Empresa		Acessórios via Voz	Número de Equipamentos Instalados no Brasil
			via Texto	via Banco de Dados		
Autotrak	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	78mil
ControlSat	Sim	Não	Sim	Não	Não	25mil
Omnilink	Não	Sim	Não	Não	Sim	10mil
Jabur	Não	Sim	Não	Não	Não	7mil
Skymark	Não	Não	Sim	Não	Sim	8mil
Guard One	Não	Não	Não	Não	Sim	5mil

OBC ou *On Board Computer* são dispositivos embarcados no veículo ligados aos seus circuitos e a um terminal de dados que dispõe de teclado, por meio do qual o motorista pode enviar mensagens de texto livre ou pré-formatadas. O software é o aplicativo utilizado pelo usuário final, geralmente operador de tráfego para o gerenciamento das cargas rastreadas. Algumas empresas

ainda fornecem a opção de integração dos dados gerados pelo seu sistema com o sistema de gestão interna da empresa (AUTOTRAC, 2008).

## 2.2. Conceitos e Tecnologias Relacionadas ao Desenvolvimento de Software para Web

Esta subseção apresenta conceitos imprescindíveis sobre o padrão MVC (*Model-View-Controller*), as tecnologias Servlet (SUN, 2008a), JSP (*Java Server Pages*, SUN, 2008b) e Hibernate (HIBERNATE, 2008) empregadas no desenvolvimento de aplicações para Web.

### 2.2.1. Padrão MVC (*Model-View-Controller*)

Dentre os vários padrões de arquitetura para sistemas Web o mais conhecido atualmente é o modelo MVC. Este padrão apresenta um alto índice de reutilização aliado a uma maior facilidade de manutenção por desacoplar suas camadas de apresentação, lógica e de sistema (BUSCHMAN *et al.*, 1996):

- **Modelo (*Model*):** representa os dados persistentes (objetos) da aplicação;
- **Visão (*View*):** representa a interface que interage com o usuário englobando todo o conteúdo requerido pelo mesmo, levando suas requisições até a camada de Controle e buscando informações diretamente na camada de Modelo;
- **Controlador (*Controller*):** representa as regras de negócio, bem como gerencia o fluxo entre as camadas Modelo e Visão.

A Figura 2 mostra como os elementos do padrão MVC interagem.

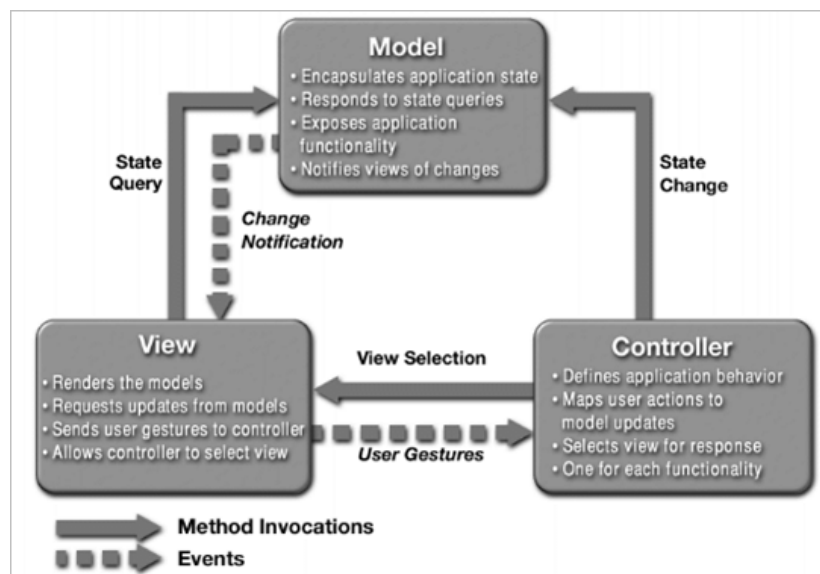


Figura 2. Uma Implementação Comum do Modelo MVC (SUN, 2008c).

A Visão dispara um evento (*User Gestures*) ao Controlador que chama um método (*State Change*) para que o Modelo mude o seu estado. Assim, o Modelo envia essa notificação (*Change*

*Notification*) por meio de um evento à Visão, que por sua vez dispara métodos para atualizar os seus dados (*State Query*) diretamente do Modelo.

### 2.2.2. Servlets, JSP e Hibernate

Segundo Oliveira Junior (2007), Servlets, JSP e Hibernate se encaixam perfeitamente nas camadas MVC:

- O JSP compõe o elemento Visão do padrão MVC através da construção de páginas HTML (*HyperText Markup Language*) com código Java embutido que fica delimitado por marcações bem definidas;
- Servlets nada mais são do que classes Java que ficam à disposição de um *container* Web recebendo e respondendo a requisições do tipo HTTP, originadas por páginas JSP ou HTML (*HyperText Markup Language*). Aqui é definida toda a lógica de negócio, caracterizando bem o elemento controlador;
- O elemento Modelo é representado pelos JavaBeans (SUN, 2008d) que são os dados persistentes no padrão MVC, e que podem ser mapeados com o auxílio de um *framework* de mapeamento objeto-relacional, como o Hibernate, por exemplo.

## 3. Protótipo do Sistema para Rastreamento de Cargas via Web

Esta seção apresenta, em sua primeira parte, a caracterização do sistema proposto. Em seguida, são apresentadas as ferramentas utilizadas para o seu desenvolvimento, bem como os principais modelos UML (*Unified Modeling Language*) para a sua especificação. Por fim, são apresentados os principais módulos do sistema proposto que interagem com o usuário final.

### 3.1. Caracterização do Sistema

A empresa em estudo utiliza, atualmente, duas soluções de rastreamento integradas, sendo elas: o rastreamento combinando **localização via satélite GPS em conjunto com comunicação via satélite**; e o rastreamento combinando **localização via satélite GPS em conjunto com comunicação via celular**. Ambas as soluções:

- fazem a instalação de OBC nos veículos, tendo um custo adicional em sua instalação;
- oferecem software próprio gratuito;
- disponibilizam as informações geradas pelo seu sistema com o sistema de gestão interno;
- oferecem ao gerente de tráfego a mobilidade para montagem das mensagens conforme suas necessidades, mas não valida de modo preciso as informações enviadas pelos motoristas o que dificulta o aproveitamento das informações na integração com o sistema de gestão interno.

Na época da implantação destas soluções percebia-se a necessidade de um novo produto que considerasse as cargas não atendidas pelos sistemas adotados<sup>1</sup> até então ou que não necessitavam de um monitoramento tão preciso. Assim, o gasto com a localização via satélite mostrava-se inviável ao mesmo tempo em que se ansiava por uma ferramenta que facilitasse a comunicação entre o motorista e os gerentes de tráfego da empresa. No decorrer da implantação desta solução observou-se a falta de usabilidade do sistema por parte dos motoristas. Além disso, existiam variações nos roteiros de viagem por motivos diversos dentre os quais podemos citar o fato da empresa trabalhar com frete único e fracionado<sup>2</sup>.

Essas dificuldades contribuíram para que um novo produto fosse proposto levando em conta maior usabilidade na operação por parte dos motoristas, mobilidade suficiente para os gerentes de tráfego elaborar roteiros de viagem e, principalmente, redução dos custos acarretada pelo fato da comunicação ser a característica mais importante, ao invés da localização.

Assim, um protótipo do sistema foi implementado. O protótipo conta com o gerenciamento de motoristas, frotas e celulares. Uma das características mais importantes é a elaboração das mensagens a serem trocadas entre o motorista e a empresa. Garantindo a mobilidade necessária ao gerente de tráfego, o fluxo de troca das mensagens fica sob sua completa elaboração, funcionando no formato de perguntas/respostas como descrito a seguir:

- o motorista envia uma mensagem pergunta à empresa;
- a empresa responde com outra série de mensagem resposta ao motorista;
- o motorista envia mensagem resposta uma a uma a cada etapa concluída da viagem em andamento, devendo estas serem enviadas na ordem requerida.

Com relação à mobilidade, o gerente de tráfego pode, ainda, fazer uso de mensagens pergunta que possuem prioridade sobre outras mensagens pergunta. A característica principal deste tipo de mensagem é de elas serem capazes de interromper um fluxo de mensagens respostas em andamento. O fluxo de mensagens resposta interrompido só pode reiniciar quando o fluxo de mensagens resposta da mensagem pergunta mais prioritária terminar.

A Figura 3 apresenta um exemplo de fluxo de troca de mensagens em uma viagem com entrega única. Este fluxo foi montado baseado em trocas de mensagens existentes em ambos os sistemas em funcionamento. A mensagem pergunta 05 “aviso de parada” tem prioridade maior que a mensagem pergunta 01 “disponível, aguardando escala”. No exemplo, a mensagem 05 ocorreu logo no início da viagem, interrompendo o fluxo das respostas da pergunta 01 que só poderá ser reiniciada quando for enviada a resposta 06, fechando o ciclo da pergunta 05. A pergunta 05 pode interromper novamente o fluxo das respostas da pergunta 01 em qualquer momento.

---

<sup>1</sup> Entre as cargas não atendidas pelos sistemas já adotados pela empresa estão principalmente as de menor valor agregado e/ou cujos trajetos não têm exigência de rastreamento por parte das seguradoras e clientes.

<sup>2</sup> São chamadas de frete único as cargas que têm destino ou entrega única e fretes fracionados àqueles que têm entregas em múltiplos locais.

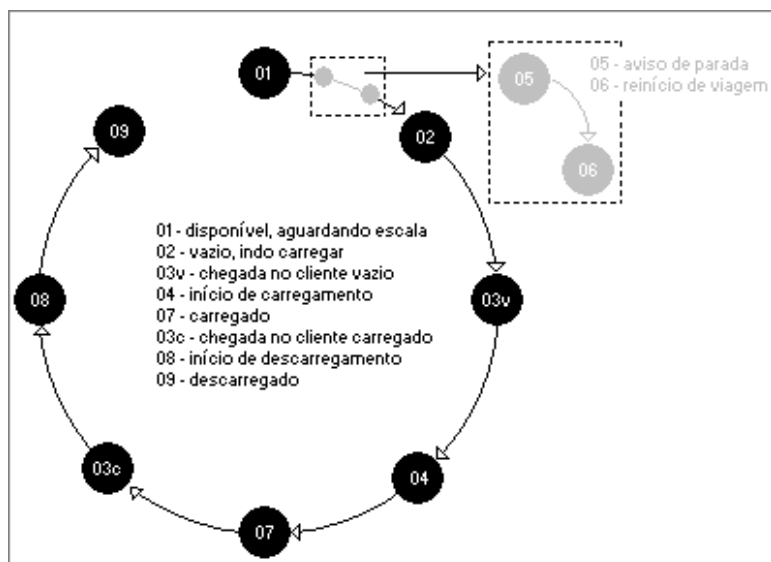


Figura 3. Fluxo de uma Viagem com Entrega Única Baseado em Sistema Já Utilizado.

### 3.2. Materiais e Métodos

A notação UML foi utilizada para a especificação dos modelos da solução proposta. Para a criação dos modelos UML foi utilizada a ferramenta *Poseidon for UML Professional Edition 6.0.2* (POSEIDON, 2008). Dentre os modelos produzidos podemos citar os principais, sendo eles: modelo de casos de uso, representando os requisitos funcionais do sistema; modelo de classes, representando as classes controladoras e de persistência do sistema; o modelo de atividades, representando os principais fluxos de atividades e artefatos produzidos e o modelo de pacotes, representando as partes componentes do produto.

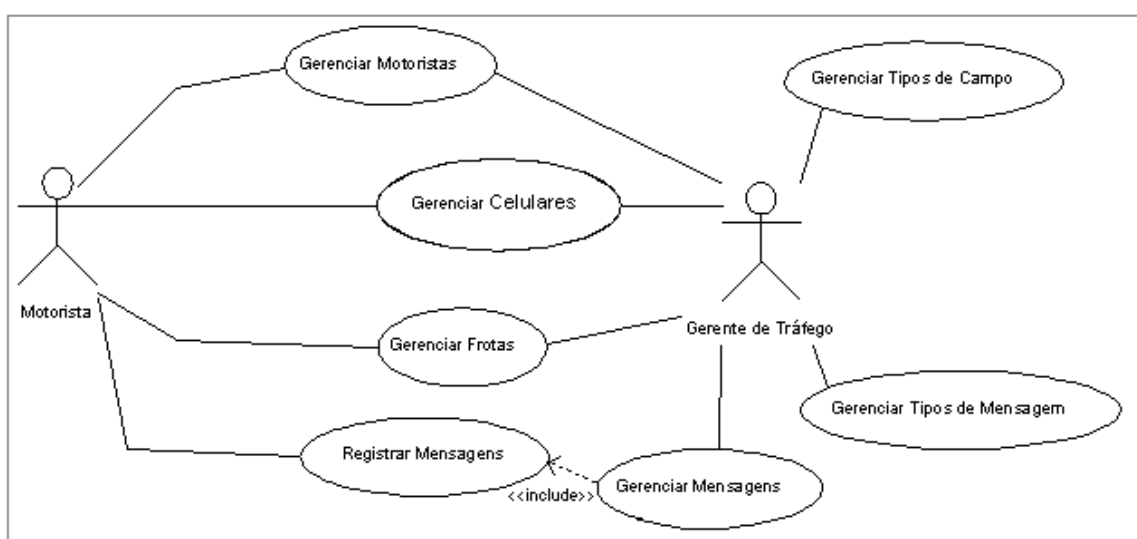
O protótipo desenvolvido tem como base o modelo MVC, em que foram utilizadas as seguintes tecnologias para cada um dos seus elementos: JSP e Java ME (SUN, 2008e) compondo a camada Visão; Servlets compondo a camada Controladora; e o arcabouço Hibernate para o mapeamento objeto-relacional dos Javabeans para o Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) MySQL (2008), compondo a camada Modelo. Como ambiente de apoio ao desenvolvimento foi utilizado o IDE Eclipse (2008).

Como *container Web* foi utilizado o Tomcat (APACHE, 2008a) sem a integração com o servidor *Apache HTTP Server* (APACHE, 2008b) por ser capaz de atender as tecnologias JSP, Servlet e também páginas estáticas (OLIVEIRA JUNIOR, 2007). Para os testes com troca de mensagens no celular foi desenvolvida uma classe *stub/driver*, para simular o papel da visão no modelo MVC, usando a ferramenta Netbeans (2008).

A Figura 4 apresenta o Modelo de Casos de Uso do sistema proposto. Nesse modelo, os casos de uso Gerenciar Motoristas, Gerenciar Celulares e Gerenciar Frotas referem-se a operações básicas de inclusões, alterações, consultas ou exclusões. O motorista fornece informações para o sistema e o gerente de tráfego é o responsável por validá-las. No caso de uso Gerenciar Tipos de Campo, o gerente de tráfego formata o conteúdo indispensável das mensagens que o motorista envia durante uma viagem. Essas informações são classificadas e registradas no caso de uso Gerenciar Tipos de Mensagem que as classifica como:

- Mensagem pergunta ou resposta;
- Ordenação, se for mensagem resposta;
- Prioridade, se for mensagem pergunta;
- Qual mensagem é repostada de qual pergunta.

Assim, os motoristas podem enviar as mensagens de modo que fiquem registradas e sejam possíveis de serem gerenciadas por meio dos casos de uso Registrar Mensagens e Gerenciar Mensagens. Se não houver sinal no momento da conexão, o caso de uso Registrar Mensagens não recebe a mensagem enviada pelo motorista, ficando pendente no celular para que o motorista reenvie em próxima tentativa de conexão.



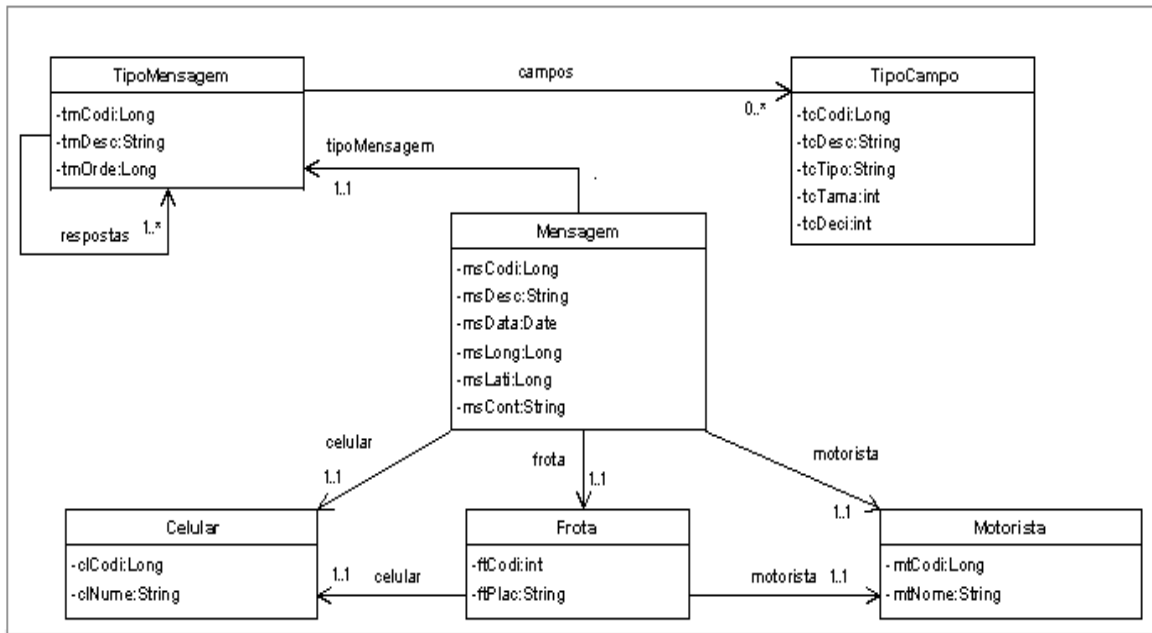
**Figura 4. Modelo de Casos de Uso do Sistema Proposto.**

Examinando a Figura 5, que representa o Modelo de Classes do sistema proposto, nota-se:

- Um objeto da classe TipoMensagem deve ser formado por vários campos;
- Esses campos classificados em TipoCampo ocorrem em vários TipoMensagem;
- Cada TipoMensagem exige várias Respostas que também não deixam de ser TipoMensagem;
- Em cada instância da classe TipoMensagem está especificada a ordem em que as respostas deverão chegar e, desse modo, é garantida a seqüência correta do envio das mensagens pelos motoristas;
- Cada mensagem recebida possui uma identificação da origem, sendo, tal identificação, composta pelos códigos de identificação do motorista, frota e celular utilizado no momento do envio da mensagem.

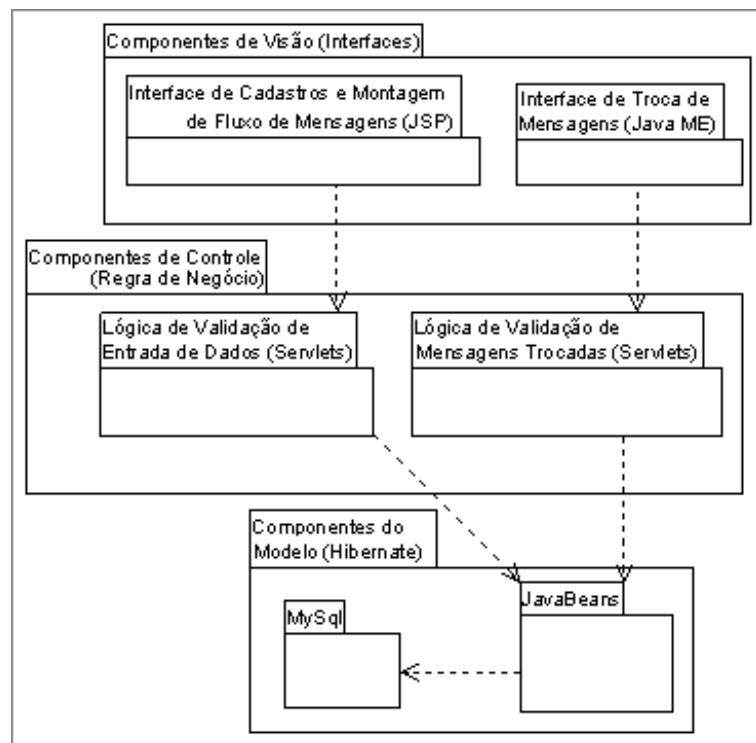
Sendo observados os itens acima, se um motorista receber um tipo de mensagem, ele deverá enviar como respostas várias outras mensagens que estejam classificadas como resposta daquela

pergunta recebida. O sistema não aceitará outra mensagem que não as que estejam cadastradas como resposta da mensagem recebida anteriormente.



**Figura 5. Modelo de Classes do Sistema Proposto.**

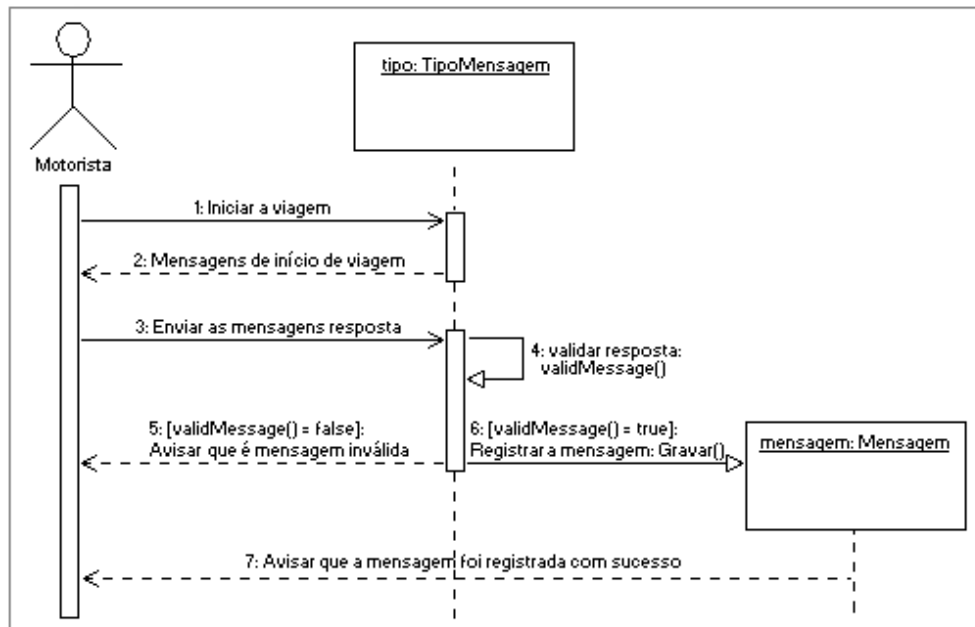
A Figura 6 apresenta o Modelo de Pacotes e evidencia a dependência entre os principais componentes integrantes do sistema que foram organizados segundo o modelo MVC.



**Figura 6. Modelo de Pacotes do Sistema Proposto.**

Na Figura 7 temos um exemplo de Modelo de Interação para o caso de uso Registrar Mensagens, em que o ator Motorista interage com um objeto do tipo TipoMensagem. A interação começa quando o motorista precisa iniciar uma viagem, disparando, neste momento, a ação “Iniciar

a viagem”. Como resposta ele vai receber todas as mensagens que deverão ser enviados até a finalização do trajeto. A cada ponto completado da viagem deverá ser enviada uma das mensagens resposta que recebeu anteriormente e cada envio deste será validado antes de ser armazenado. Finalizando, o motorista será avisado do sucesso ou não do envio.

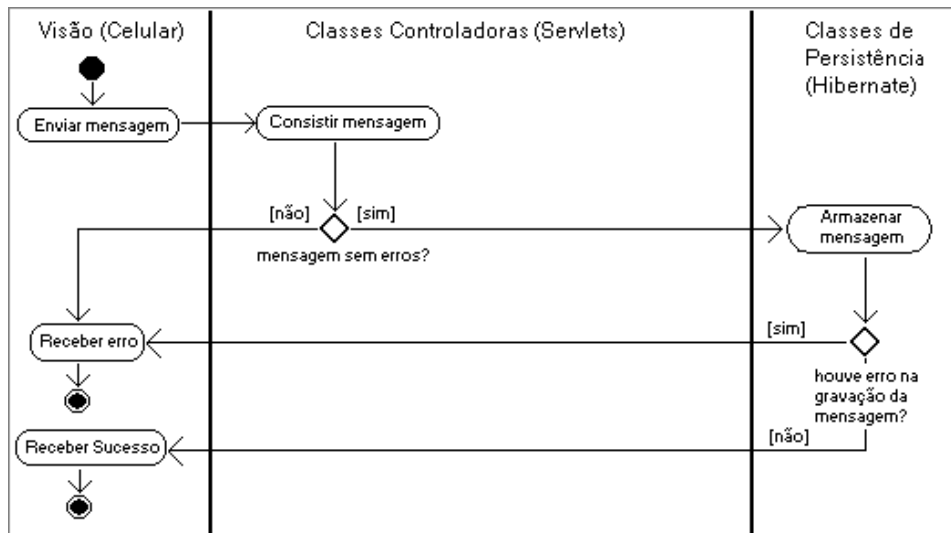


**Figura 7. Modelo de Interação para o Caso de Uso Registrar Mensagens.**

Para uma melhor compreensão de como a mensagem é validada a Figura 8 apresenta o Modelo de Atividades para validação de mensagens. O modelo inicia com o motorista enviando a mensagem por meio do celular na forma de uma requisição HTTP. O Servlet responsável por responder tal requisição recebe a mensagem e inicia sua validação. Para que seja registrada com sucesso, durante a consistência, a mensagem deve passar pelas condições abaixo:

- A mensagem é de um tipo cadastrado?
- Sendo a primeira mensagem enviada pelo celular, a mensagem é do tipo pergunta?
- Existe outra mensagem recebida do celular na mesma data e horário?
- Sendo pergunta, a mensagem tem prioridade maior do que a pergunta em andamento?
- Sendo resposta:
  - Existe pergunta em andamento?
  - A resposta é da pergunta em andamento?
  - A última resposta recebida tem número de ordem anterior à que está em validação?

Passado pelas validações acima, o Servlet chama as classes de persistência para armazenar os dados. Ao final do processo, é retornada uma mensagem ao celular do motorista especificando o sucesso ou não da operação.



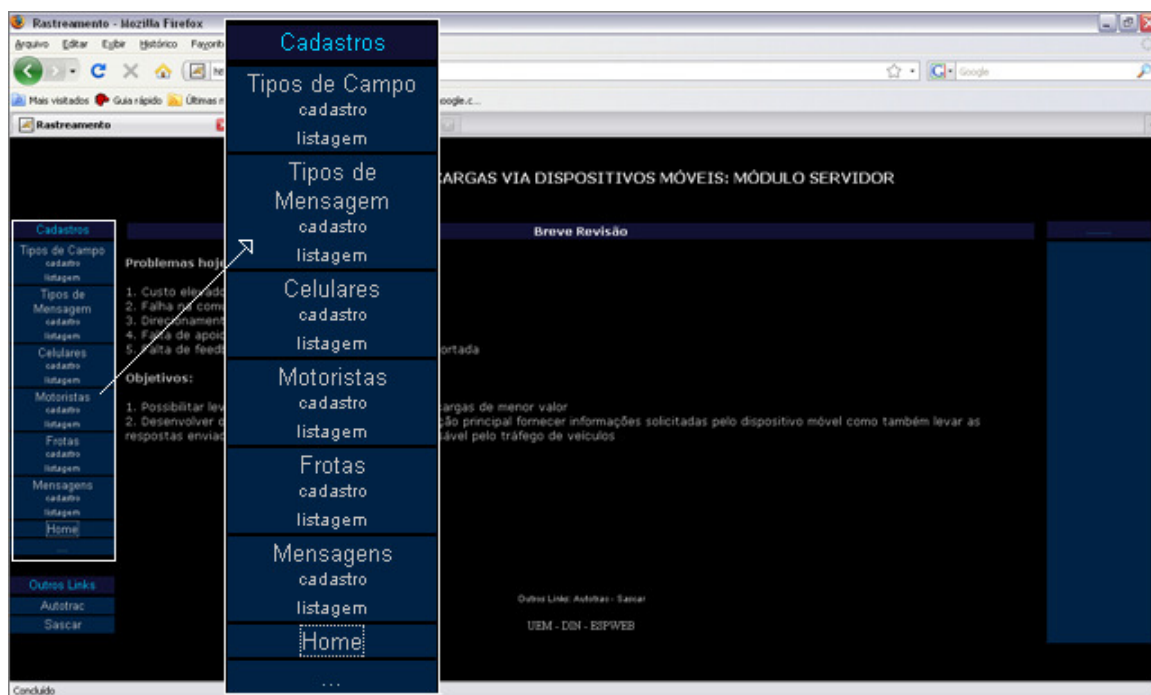
**Figura 8. Modelo de Atividades para a Validação de Mensagens.**

### 3.3. O Protótipo

Esta subseção mostra as principais funcionalidades que caracterizam a solução proposta. Para facilitar a compreensão do seu funcionamento, é mostrado como aplicar o fluxo de viagem apresentado na Figura 3, dividido em duas partes, sendo na primeira a interface para o gerente de tráfego e na segunda a interface para o motorista.

#### 3.3.1. O Protótipo para o Gerente de Tráfego

A Figura 9 mostra a tela inicial do sistema. Na coluna à esquerda são vistos os cadastros das instâncias já conhecidas e identificadas no modelo de classes (Figura 5): Tipos de Campo, Tipos de Mensagem, Celulares, Motoristas, Frotas e Mensagens.



**Figura 9. Primeira Tela para o Gerente de Tráfego.**

O gerente de tráfego deve ter mobilidade suficiente para poder montar o fluxo de troca de mensagens que melhor caracterize cada tipo de viagem. Quanto aos Tipos de Mensagem tem-se as Perguntas e as Respostas. Os Tipos de Mensagem Pergunta recebem número de ordem menor ou igual a zero e Tipos de Mensagem Resposta recebem número de ordem maior que zero. No cadastramento dos Tipos de Mensagem Pergunta, quanto menor o número de ordem, maior será a sua prioridade.

Iniciando a montagem do fluxo de troca de mensagens da Figura 3, observa-se o cadastramento dos Tipos de Mensagem Pergunta “aviso de parada” e “disponível, aguardando escala”. O Tipo de Mensagem “aviso de parada” tem ordem um negativo (Figura 10), enquanto o Tipo de Mensagem pergunta “disponível, aguardando escala” tem ordem igual a zero (Figura 11), significando a prioridade maior da primeira.

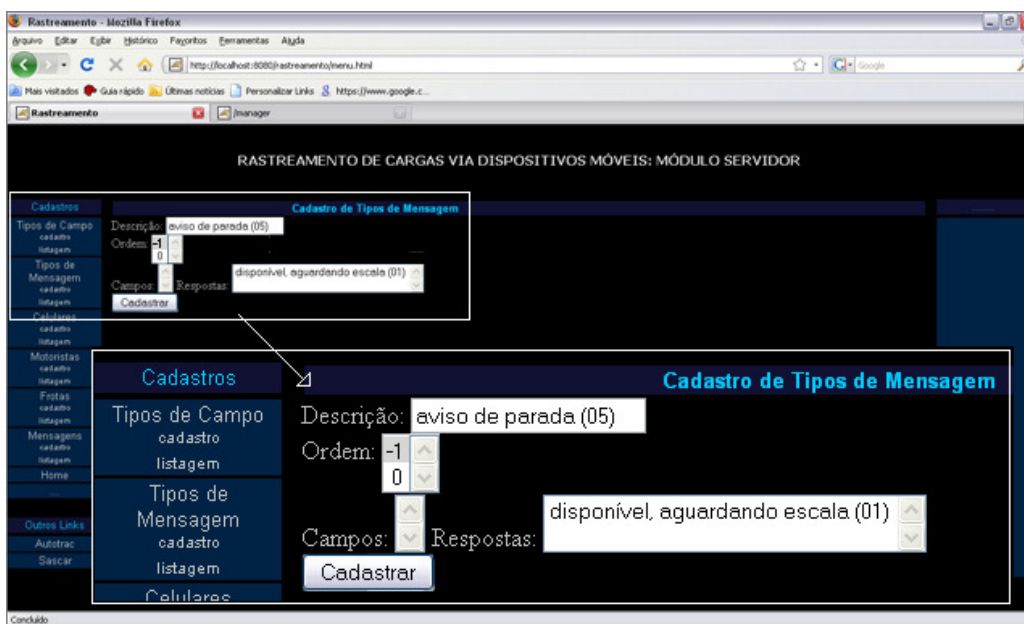


Figura 10. Cadastramento do Tipo de Mensagem “aviso de parada”.

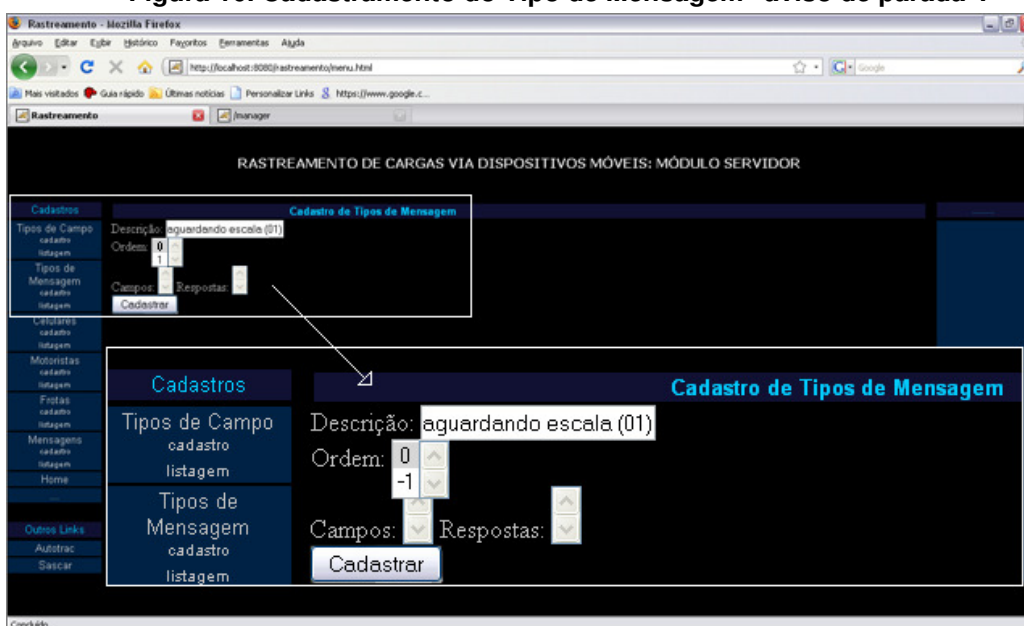
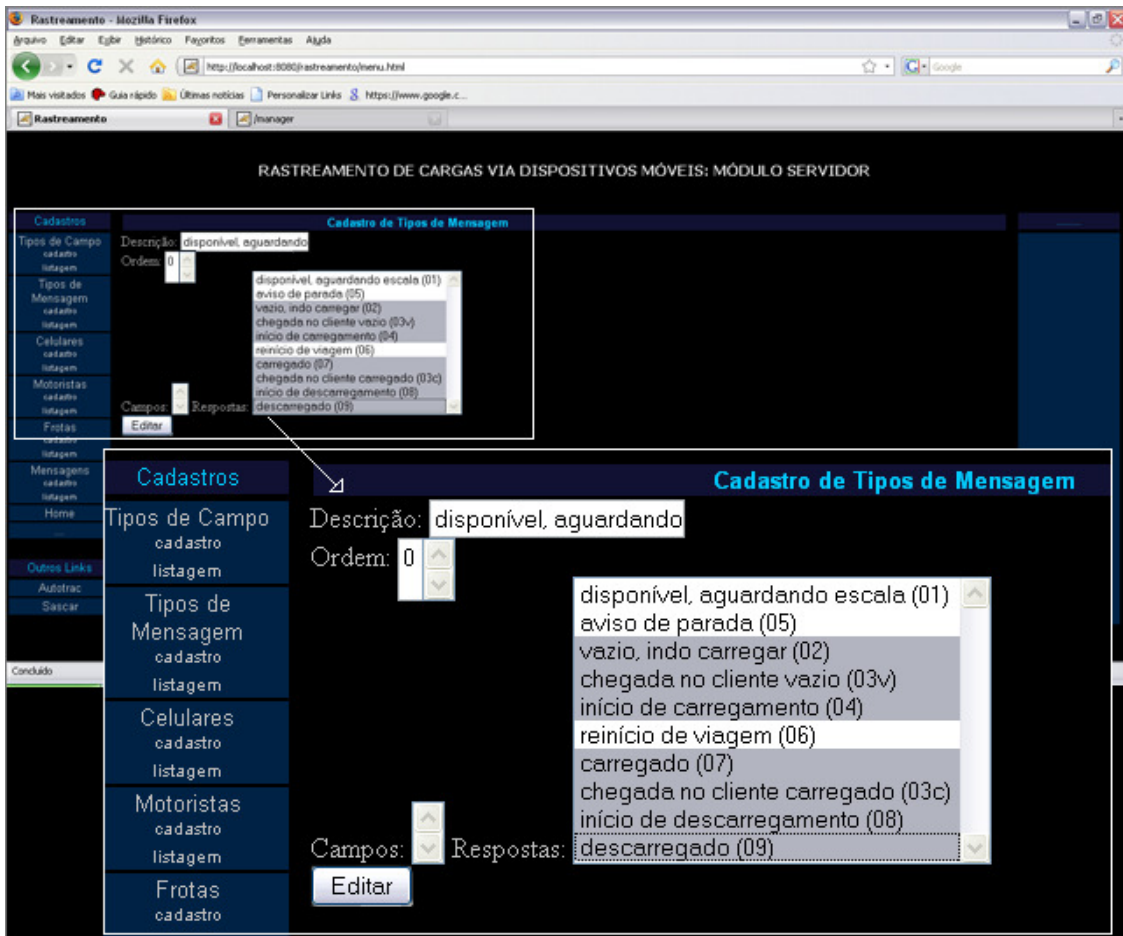


Figura 11. Cadastramento do Tipo de Mensagem “disponível, aguardando escala”.

As demais mensagens recebem número de ordem acima de zero e na sequência que devem ser enviadas pelo motorista em resposta a uma mensagem pergunta. Depois de todos os Tipos de Mensagem cadastrados, devem ser indicados quais Tipos de Mensagem Resposta são resposta de quais Tipos de Mensagem Pergunta.

A seguir, na Figura 12 estão sendo identificados todos os sete Tipos de Mensagem Resposta do Tipo de Mensagem Pergunta “disponível, aguardando escala”. O usuário deverá entrar na edição do Tipo de Mensagem Pergunta e selecionar um a um todos os Tipos de Mensagem Resposta do Tipo de Mensagem Pergunta em questão.



**Figura 12. Respostas da Pergunta “disponível, aguardando escala”.**

Por fim, consultando todos os Tipos de Mensagens cadastrados até então, tem-se na Figura 13 uma listagem geral onde pode ser visualizado todos os Tipos de Mensagens já devidamente classificados em Perguntas e Respostas.

Tais Tipos de Mensagens deverão ser enviadas pelo motorista na sequência correta em que foram designadas para que sejam aceitas pelo servidor.

Com o padrão de envio exigido pelo módulo servidor, será possível analisar e comparar as informações enviadas de diversos motoristas em suas respectivas viagens. Entre os pontos fortes a serem verificados, pode ser citado como exemplo significativo o levantamento da produtividade de cada motorista em conjunto com o veículo ou separadamente, através de medições de tempo da chegada de cada mensagem.



Figura 13. Finalizando Cadastramento dos Tipos de Mensagem.

### 3.3.2. O Protótipo para o Motorista

Terminado de montar o fluxo de troca de mensagens de uma viagem, o motorista estará apto a iniciar o envio de mensagens seguindo o que foi estabelecido pelo seu gerente de tráfego. Uma das principais preocupações com esta interface foi a da simplicidade de uso aliada a prevenção de erros. É importante lembrar que a interface aqui apresentada não é o objeto deste trabalho, sendo desenvolvida somente para fins de testes. A implementação completa desta interface é objeto de outro trabalho que está em andamento paralelamente a este.

Observando a simulação da Figura 14, nota-se:

- De posse do celular, o motorista deverá disparar a aplicação selecionando-a e pressionando *launch* (Figura 14a).
- Feito isso, vai aparecer um menu com duas opções em que o motorista deverá primeiramente selecionar “Iniciar Viagem” (Figura 14b).
- Caso o motorista selecione incorretamente a opção “Enviar Mensagens” antes de iniciar uma viagem, não vai aparecer nenhuma mensagem que possa ser selecionada para envio, pois ainda não iniciou nenhuma viagem. O motorista vai receber uma mensagem solicitando iniciar a viagem (Figura 14c).



**Figura 14. Início da Utilização pelo Motorista.**

Na Figura 15, após o motorista selecionar “Iniciar Viagem”, observa-se:

- A Figura 15a mostra que a requisição do motorista foi processada com sucesso;
- Feito isso, o módulo servidor vai enviar as 2 mensagens pergunta que foram cadastradas anteriormente: “aviso de parada” e “disponível, aguardando escala”. Na Figura 15b foi selecionado “disponível aguardando escala”;
- Logo em seguida na Figura 15c o motorista será novamente avisado do sucesso do envio.



**Figura 15. Início da Viagem.**

A Figura 16 ilustra a utilização do celular pelo motorista no andamento da viagem:

- Após ter iniciado a viagem com a mensagem “disponível, aguardando escala” o celular do motorista recebe todas as suas respectivas mensagens resposta, ficando também disponível a pergunta de maior prioridade “aviso de parada” (Figura 16a). Em qualquer momento, o motorista poderá enviar a resposta da vez da pergunta “disponível, aguardando escala” ou a pergunta prioritária “aviso de parada”;
- Caso o motorista envie uma resposta que não seja a da seqüência, seu celular receberá uma mensagem de erro (Figura 16b);
- Caso envie a resposta da vez ou a pergunta prioritária “aviso de parada”, seu celular receberá uma mensagem avisando de que a operação finalizou com sucesso (Figura 16c). Relembrando, caso seja enviada a pergunta prioritária “aviso de parada”, o ciclo de mensagens da pergunta anterior só poderá ser reiniciado com a finalização da pergunta prioritária. Em todos os casos o motorista será avisado do sucesso ou não da operação.

Finalizando esta simulação e retornando ao servidor, observa-se na Figura 17 o registro das mensagens que acabaram de ser enviadas pelo motorista. Logo que terminar a viagem e assim que estiver disponível, o motorista deverá novamente selecionar “Iniciar Viagem”, como explicado na Figura 14 para recomeçar todo o ciclo.



Figura 16. Andamento da Viagem.

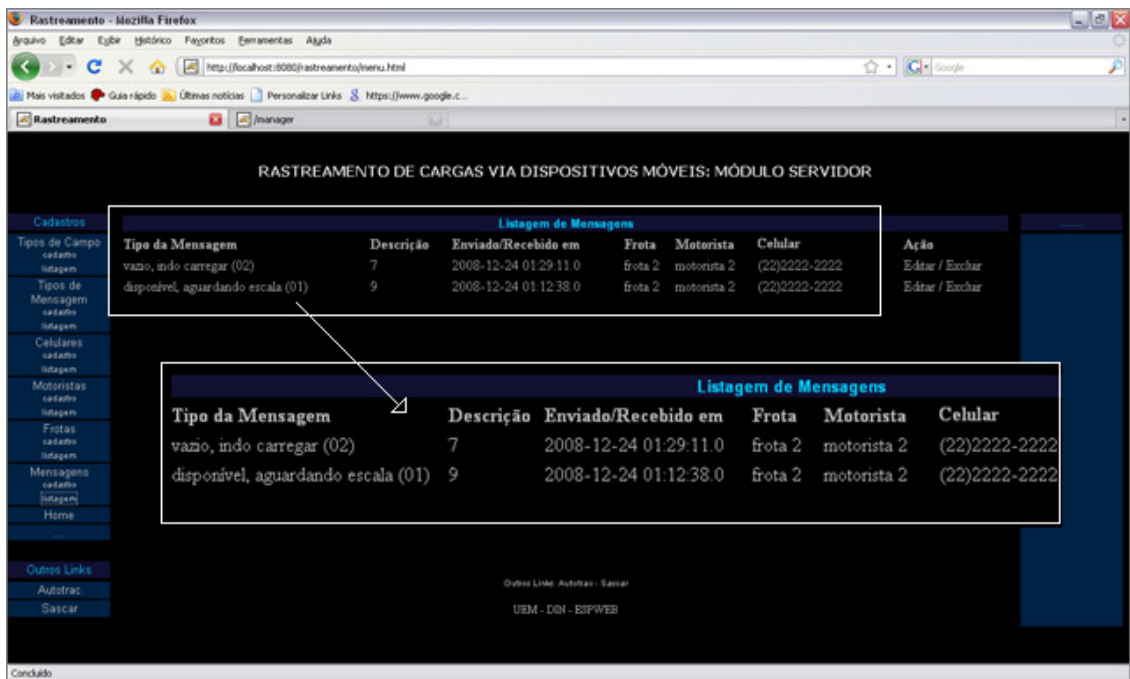


Figura 17. Registro das Mensagens no Servidor.

#### 4. Conclusões e Trabalhos Futuros

Atualmente exige-se cada vez mais que as transportadoras ofereçam diferenciais para a conquista de novos clientes sendo muitos destes uma obrigação para que elas se apresentem em um nível

aceitável no mercado em que atuam. O rastreamento e monitoramento de cargas são, sem dúvida, um diferencial indispensável. Isto se mostra evidente neste trabalho por meio:

- da proposta de um produto que possa ser aplicado sem acarretar em altos custos em cargas, em uma empresa que não emprega qualquer tipo de monitoramento;
- da implantação da solução na qual já existe o rastreamento e comunicação via satélite, substituindo a comunicação. Nestes casos o rastreamento seria mantido, por exigência de clientes ou seguradoras.

Levando-se em consideração que o produto proposto utiliza somente a estrutura já oferecida pelas operadoras de celular, e que o único aparelho a ser usado pela empresa é o celular, o único gasto adicional é custo mensal do pacote de dados com a operadora de telefonia no valor de R\$ 30,00 (TIM, 2008).

Comparativamente ao gasto citado acima, a economia em cargas já rastreadas fica clara quando observada a Tabela 5 na qual está especificado o gasto mensal médio por veículo atualmente. As linhas em cinza são os serviços aptos a serem substituídos pela nova ferramenta. Com isso percebe-se que substituindo o gasto de R\$ 93,00 por R\$ 30,00 ocorre uma economia mensal de R\$ 63,00 por veículo. Aplicando este valor em uma empresa com 100 veículos tem-se uma economia mensal de R\$ 6.300,00. Em um ano a empresa resgataria um valor significativo de R\$ 75.600,00 que poderia ser investido de diversas formas como, por exemplo, outra ferramenta para busca de novos clientes sendo uma delas a renovação de sua frota.

**Tabela 5. Gasto Mensal Médio por Veículo.**

Descrição do Serviço	Média por Veículo	
	Quantidade	Valor
Assinatura básica	1	R\$ 87,00
Pedido de posição adicional	473	R\$ 58,00
Mensagem texto livre ou pré-formatado	120	R\$ 56,00
Caracteres nas mensagens texto	1468	R\$ 37,00
Comandos e Alertas ao OBC	6,5	R\$ 2,00
Caracters nos comandos e alertas	99	R\$ 2,00
Transferência de antenas	0,65	R\$ 0,60
Mensagens de emergência	0,12	R\$ 3,00
Alarme de pânico	0,16	R\$ 3,50
Desativação de antenas	0,06	R\$ 0,60
		R\$ 249,70
		R\$ 93,00

Atualmente, a empresa em estudo está analisando a viabilidade de implantar e testar o protótipo em conjunto com o outro trabalho (módulo cliente, via dispositivo móvel) em andamento que trata especificamente da interface celular para o motorista. Uma grande economia será proporcionada com ambos os trabalhos finalizados e aplicados na totalidade dos veículos da empresa que somam aproximadamente 250. Deste total, 70% deles são rastreados por satélite com comunicação também por satélite, 15% rastreados por satélite com comunicação via celular e o restante sem nenhum acompanhamento. É vislumbrada também a aplicação deste trabalho em

outras empresas transportadoras parceiras da empresa em estudo e que entre si totalizam mais de 100 veículos.

## Referências

ANDRADE, C. (2008). **Entrevista com Clésio Andrade, presidente da CNT**. Disponível em <http://www.transportabrasil.com.br/2008/11/entrevista-clesio-cnt/>. Acesso em dezembro/2008.

ANEFALOS, L. C. (1999). **Gerenciamento de Frotas do Transporte Rodoviário de Cargas Utilizando Sistemas de Rastreamento por Satélite**. Dissertação (Mestrado em Ciências, Área de Concentração: Economia Aplicada). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba-SP. Universidade de São Paulo.

APACHE (2008a). **Apache Tomcat**. Disponível em <http://tomcat.apache.org>. Acesso em dezembro/2008.

APACHE (2008b). **Apache HTTP Server Project**. Disponível em <http://httpd.apache.org>. Acesso em dezembro/2008.

AUTOTRAC (2008). **Menu Tecnologia**. Disponível em [http://www.autotracc.com.br/novo/cgi-bin/PageSvrExe.exe/Get?id\\_sec=31](http://www.autotracc.com.br/novo/cgi-bin/PageSvrExe.exe/Get?id_sec=31). Acesso em dezembro/2008.

BORDIN, E. Q. (2008). **Análise das Empresas Transportadoras de Carga com Ênfase na Tecnologia de Rastreamento**. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia de Transportes). Coordenação dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia (COPPE). Rio de Janeiro-RJ. Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

BUSCHMAN, F.; MEUNIER, R.; ROHNERT, H.; SOMMERLAD, P.; STAL, M. (1996). **Pattern-Oriented Software Architecture: a System of Patterns**. New York, NY, USA: John Wiley & Sons, Inc.

CNT – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (2007). **Pesquisa Rodoviária 2007 CNT/SEST/SENAT**. Disponível em <http://www.cnt.org.br>. Acesso em novembro/2008.

DANA, P. (1994). **Global Positioning System Overview**. Disponível em [http://www.colorado.edu/geography/gcraft/notes/gps/gps\\_f.html](http://www.colorado.edu/geography/gcraft/notes/gps/gps_f.html). Acesso em novembro/2008.

ECLIPSE (2008). **Eclipse**. Disponível em <http://www.eclipse.org>. Acesso em setembro/2008.

FIPE (2008). **Transporte de Carga no Setor**. Disponível em <http://www.fipe.org.br/web/index.asp?c=132&aspx=/web/indices/idet/default.aspx>. Acesso em dezembro/2008.

GORGULHO, M. (2001). **Apostila de GPS**. Disponível em <http://www.gpsglobal.com.br/Artigos/Apostila.html>. Acesso em novembro/2008.

HIBERNATE (2008). **Relational Persistence For Java and .NET**. Disponível em <http://www.hibernate.org/>. Acesso em dezembro/2008.

MOURA, L. (2004). **Avaliação do Impacto do Sistema de Rastreamento de Veículos na Logística**. Dissertação (Mestrado). Departamento de Engenharia Industrial. Rio de Janeiro-RJ. Pontifícia Universidade Católica (PUC).

MYSQL (2008). **The world's most popular open source database**. Disponível em <http://www.mysql.org>. Acesso em dezembro/2008.

NETBEANS (2008). **Netbeans IDE**. Disponível em <http://www.netbeans.org>. Acesso em setembro/2008.

OLIVEIRA JUNIOR, E. A. (2007). **Arquitetura de Software na Web Atual: Processamento no Servidor**. Monografia (Pós-Graduação). Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação (ICMC). São Carlos-SP. Universidade de São Paulo (USP).

POSEIDON (2008). **Poseidon for UML Professional Edition 6.0.2-0 Evaluation Version**. Disponível em <http://www.gentleware.com/downloadcenter.html>. Acesso em dezembro/2008.

SCHMITT, M. (2008). **Hora de Empreender e Modernizar**. Entrevista no Anuário Logística no Brasil 2008/9.

SIEWERDT, E. (2008). **Como os Novos Sistemas Globais de Localização por Satélite GNSS afetarão o mercado**. ExpoGPS 2008. Disponível em <http://www.geobr.com.br/conteudo/congressosExpogps.php>. Acesso em dezembro/2008.

SOARES, R. (2008). **A Localização de Pessoas via Satélite já deixou de ser Ficção**. Disponível em [http://veja.abril.com.br/090408/p\\_114.shtml](http://veja.abril.com.br/090408/p_114.shtml). Acesso em dezembro/2008.

SUN (2008a). **Sun Servlet Technology**. Disponível em <http://java.sun.com/products/servlet>. Acesso em dezembro/2008.

SUN (2008b). **Sun JavaServer Pages Technology**. Disponível em <http://java.sun.com/products/jsp>. Acesso em dezembro/2008.

SUN (2008c). **Sun Java SE Application Design with MVC**. Disponível em <http://java.sun.com/developer/technicalArticles/javase/mvc/>. Acesso em dezembro/2008.

SUN (2008d). **Sun JavaBeans**. Disponível em <http://java.sun.com/products/javabeans>. Acesso em dezembro/2008.

SUN (2008e). **Java ME at a Glance**. Disponível em <http://java.sun.com/javame/index.jsp>. Acesso em dezembro/2008.

TIM (2008). **TIM Connect Fast 40mb**. Disponível em [http://www.tim.com.br/portal/site/PortalWeb/menuitem.c060665a32744426f5d021bbe1e207a0/?vg\\_nextoid=74cafd4cb3a43110VgnVCM100000a22e700aRCRD&wfe\\_pweb\\_area=42&wfe\\_pweb\\_estado=14&](http://www.tim.com.br/portal/site/PortalWeb/menuitem.c060665a32744426f5d021bbe1e207a0/?vg_nextoid=74cafd4cb3a43110VgnVCM100000a22e700aRCRD&wfe_pweb_area=42&wfe_pweb_estado=14&). Acesso em novembro/2008.