

UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
CURSO DE CIÊNCIAS DA COMPUTAÇÃO – BACHARELADO

**PROTÓTIPO DE APLICATIVO PARA TRANSMISSÃO DE
DADOS A PARTIR DE DISPOSITIVOS MÓVEIS APLICADO
A UMA EMPRESA DE TRANSPORTES**

CARINE SCHAEFER

BLUMENAU
2004

2004/1-02

CARINE SCHAEFER

**PROTÓTIPO DE APLICATIVO PARA TRANSMISSÃO DE
DADOS A PARTIR DE DISPOSITIVOS MÓVEIS APLICADO
A UMA EMPRESA DE TRANSPORTES**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à
Universidade Regional de Blumenau para a
obtenção dos créditos na disciplina Trabalho
de Conclusão de Curso II do curso de Ciência
da Computação — Bacharelado.

Prof. Francisco Adell Péricas - Orientador

**BLUMENAU
2004**

2004/1-02

**PROTÓTIPO DE APLICATIVO PARA TRANSMISSÃO DE
DADOS A PARTIR DE DISPOSITIVOS MÓVEIS APLICADO
A UMA EMPRESA DE TRANSPORTES**

Por

CARINE SCHAEFER

Trabalho aprovado para obtenção dos créditos
na disciplina de Trabalho de Conclusão de
Curso II, pela banca examinadora formada
por:

Presidente:

Prof. Francisco Adell Péricas– Orientador, FURB

Membro:

Prof. Oscar Dalfovo, FURB

Membro:

Prof. Marcel Hugo, FURB

Blumenau, 07 de junho de 2004

Dedico este trabalho aos meus pais, Orlando e Maria Loni, pela paciência e incentivo durante a realização deste trabalho e especialmente à meu namorado, Eduard, que me ajudou diretamente na realização deste.

Os computadores são incrivelmente rápidos, precisos e burros; os homens são incrivelmente lentos, imprecisos e brilhantes; juntos, seu poder ultrapassa os limites da imaginação.

Albert Einstein

AGRADECIMENTOS

A Deus pela oportunidade de estar terminando mais uma etapa da minha vida, pela força concedida e por guiar meus passos durante toda minha caminhada.

À minha família que me deu tanta força e apoio, que mesmo longe sempre esteve perto de mim, a me incentivar.

Aos meus amigos, principalmente às companheiras de apartamento, pelos empurrões e torcida para que eu vencesse mais essa etapa.

Ao meu orientador, Francisco Adell Péricas, pela ajuda e dedicação para que este trabalho fosse concluído com sucesso.

Aos professores do colegiado, que sempre que solicitados se mostraram disponíveis a esclarecer dúvidas e questionamentos.

RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo sobre Tecnologia da Informação, dispositivos móveis e a tecnologia Java, especificamente na plataforma J2ME, objetivando a especificação e implementação de um protótipo de *software*. Este protótipo será integrado a um outro protótipo de *software* de um sistema de Tecnologia da Informação de uma empresa, onde o protótipo desenvolvido em J2ME servirá para coletar dados das atividades externas da empresa e os enviar para o outro protótipo residente na empresa para que estejam disponíveis para análises e consultas. Demonstra uma inovação na maneira de coletar e transmitir dados, influenciando todo o setor empresarial na maneira de receber e analisar os dados e no auxílio à tomada de decisões.

Palavras chaves: Tecnologia da Informação; J2ME; Dispositivos móveis.

ABSTRACT

This work presents a study on Information Technology, devices and the Java technology, specifically in platform J2ME, aiming the specification and implementation of a software prototype. This prototype will be integrated to another software prototype of a system of Information Technology of a company, where the prototype developed in J2ME will serve to collect given external activities of the company and to send them to another software in the company so that they are available for analyses and consultations. It demonstrates an innovation in the way to collect and to transmit data, influencing all the enterprise sector in the way to receive and to analyze the data and in the aid of taking decisions.

Key-Words: Technology of the Information; J2ME; Mobile devices.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Visão geral do hardware.....	15
Figura 2 – Visão geral do software.....	16
Figura 3 – Visão geral da gestão de dados e informação	17
Figura 4 – Visão geral das telecomunicações	18
Figura 5 – Exemplos de dispositivos móveis	20
Figura 6 – Convergência da informática e das telecomunicações.....	23
Figura 7 – Java 2 Platform.....	29
Figura 8 – Camadas do J2ME	30
Figura 9 – Especificação genérica do protótipo do celular	36
Figura 10 – Fluxograma do Processo 1 do protótipo do celular.....	36
Figura 11– Fluxograma do Processo 2 do protótipo do celular.....	37
Figura 12 – Especificação genérica do protótipo do PC	38
Figura 13 – Fluxograma do Processo 1 do protótipo do PC.....	39
Figura 14 – Fluxograma do Processo 2 do protótipo do PC.....	40
Figura 15 – Sun ONE Studio 5 ME.....	41
Figura 16 – Emulador DefaultGrayPhone	41
Quadro 1 – Função <i>EmailMidlet</i> do Processo 1 do celular	42
Quadro 2 – Função <i>commandAction</i> do processo 1 do celular.....	42
Quadro 3 – Implementação da função <i>run</i> do Processo 2 do celular	43
Quadro 4 – Implementação do Processo 1 do PC	43
Quadro 5 – Implementação do Processo 2 do PC	44
Figura 17 – Tela enviar despesa	45
Figura 18 – Tela gravar email	46
Figura 19 – Tela de consulta de despesas.....	46
Figura 20 – Tela de gráfico de despesas por fornecedor	47
Figura 21 – Tela de gráfico de despesa por celular	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Sub-processos do protótipo do celular.....	35
Tabela 2 – Sub-processos do protótipo do PC.....	37

LISTA DE SIGLAS

API – *Application Programming Interface*

CDC – *Connected Device Configuration*

CLCD – *Connected Limited Device Configuration*

FP – *Foundation Profile*

J2EE – *Java 2 Enterprise Edition*

J2ME – *Java 2 Micro Edition*

J2SE – *Java 2 Standart Edition*

JVM – *Java Virtual Machine*

KVM – *Kilo Virtual Machine*

MIDP – *Mobile Information Device Profile*

PC – *Personal Computer*

PDA – *Personal Digital Assistant*

PP – *Personal Profile*

TI – *Tecnologia da Informação*

WAP – *Wireless Application Protocol*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
1.1 OBJETIVOS DO TRABALHO	12
1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO	12
2 TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO.....	14
2.1 HARDWARE.....	14
2.2 SOFTWARE.....	15
2.3 GESTÃO DE DADOS E INFORMAÇÕES	16
2.4 SISTEMAS DE TELECOMUNICAÇÕES.....	17
2.4.1 Wireless.....	18
3 DISPOSITIVOS MÓVEIS.....	20
3.1 VANTAGENS DOS DISPOSITIVOS MÓVEIS	21
3.2 PRINCIPAIS DESAFIOS	23
3.3 SETOR DE TRANSPORTES	25
4 JAVA.....	27
4.1 JAVA 2 PLATAFORM.....	28
4.1.1 Java 2 Micro Edition (J2ME).....	29
4.1.2 Camada de Perfil	31
4.1.3 Camada de Configuração	31
4.1.4 Camada do Interpretador.....	32
5 DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO.....	34
5.1 REQUISITOS PRINCIPAIS DO PROBLEMA A SER TRABALHADO.....	34
5.2 ESPECIFICAÇÃO	35
5.2.1 Especificação do protótipo do celular	35
5.2.2 Especificação do protótipo do PC.....	37
5.3 IMPLEMENTAÇÃO	40
5.3.1 TÉCNICAS E FERRAMENTAS UTILIZADAS.....	40
5.3.2 OPERACIONALIDADE DA IMPLEMENTAÇÃO.....	44
5.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
6 CONCLUSÕES.....	49
6.1 EXTENSÕES	50
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51

1 INTRODUÇÃO

Com os avanços atuais das tecnologias de comunicação sem fio e a viabilidade da utilização dos dispositivos sem fio, cresce cada vez mais o uso dos mesmos para processamento e transmissão de informações, para que os dados estejam posteriormente disponíveis em bases remotas para tratamento e manipulação, criando novas e modernas aplicações que usam tecnologia da informação. Portanto, a transmissão dos dados por dispositivos móveis tem se tornado uma “tecnologia com reconhecido potencial de influenciar profundamente os meios pelos quais as empresas coletam dados, analisam-nos e tomam decisões” (BRITISH TELECOMM, 2000 apud BORGES; LEITE, 2001).

Conforme Depiné (2002), os dispositivos sem fio oferecem uma conectividade que outros dispositivos não possuem e em poucos anos o desenvolvimento de aplicações para esses equipamentos tende a aumentar drasticamente, utilizando-se dos recursos que os mesmos têm a oferecer, entre eles o ambiente Java. O desenvolvimento de aplicações Java para celulares é possível utilizando-se a plataforma Java 2 Platform Micro Edition (J2ME), uma versão compacta da linguagem padronizada da Sun, destinada ao desenvolvimento de aplicações para dispositivos móveis.

Um dos tipos de dispositivo móvel mais conhecido e usado por muitas pessoas hoje em dia é o telefone celular, e este começa a servir para algo mais do que simplesmente telefonia, ou seja, a mera transmissão de voz está perdendo importância frente à transmissão de dados sem fio. Como as empresas estão à procura de soluções para melhorar e customizar várias das suas atividades, principalmente aquelas onde existem pessoas que trabalham fora do ambiente físico da empresa, o uso do celular para coletar informações por um usuário que está longe e enviá-las para uma base residente na empresa torna-se uma realidade cada vez mais próxima para satisfazer essas necessidades do mercado atual. Aplicar a tecnologia da informação nas empresas substituirá a necessidade de acumular informações em papéis e outros meios para que posteriormente sejam adicionadas manualmente ao sistema da empresa, podendo evitar erros e trazer agilidade.

Com o uso de recursos da tecnologia da informação, como *wireless* (comunicação sem fio) e dispositivos móveis, segundo Martinez (2003), espera-se que a vida de profissionais que têm funções externas, tais como vendedores, jornalistas, prestadores de serviços, motoristas, seja muito facilitada. As empresas a quem estes profissionais estão ligados, de todos os

setores da economia, também tendem a se beneficiar dessa nova situação na forma de redução de custos, simplificação de processos internos e melhoria na qualidade dos serviços prestados aos clientes. A transmissão de dados pelas redes de telefonia celular traz uma nova frente de negócios importante à economia do país.

Nesse contexto, propõe-se neste trabalho o desenvolvimento de um aplicativo para levantamento e transmissão de dados através de um dispositivo móvel (celular), partindo de qualquer lugar onde exista sinal para o mesmo, para uma base remota (PC), residente em uma empresa. Será desenvolvida uma aplicação para uma empresa de transportes onde haverá um software instalado no celular dos motoristas que será desenvolvido na plataforma J2ME, para fazer levantamento das despesas de viagem (combustível, alimentação, manutenção, etc.) enquanto o motorista está fora do ambiente físico da empresa. Esses dados serão enviados para uma base residente na empresa, que terá um outro software que irá tratar os mesmos, beneficiando e facilitando todo o gerenciamento da empresa. O tratamento dos dados será feito através do cadastro de motoristas, caminhões e fornecedores, gerando consultas, relatórios e estatísticas dos gastos, receitas, ganhos e acompanhamento da rota do caminhão.

1.1 OBJETIVOS DO TRABALHO

O objetivo deste trabalho é desenvolver um aplicativo para coleta e transmissão de dados de um dispositivo móvel (celular) para uma base local onde os dados serão armazenados e tratados, aplicado a uma empresa transportadora.

Os objetivos específicos do trabalho são:

- a) utilizar um dispositivo móvel, usando a tecnologia J2ME para coletar os dados;
- b) transmitir os dados a partir dos dispositivos móveis, facilitando a entrada de dados num sistema residente na empresa;
- c) processar os dados para controle e geração de consultas, relatórios e estatísticas.

1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está dividido em seis capítulos, estando assim distribuídos:

No primeiro capítulo, encontra-se a introdução e os objetivos a serem alcançados com o desenvolvimento do trabalho.

No segundo capítulo é apresentado um estudo sobre a tecnologia da informação e seus recursos para atenderem os requisitos dos sistemas.

O terceiro capítulo trata de uma pesquisa sobre dispositivos móveis, onde são apresentadas as vantagens e os principais desafios que ainda tem que ser resolvidos neste área, bem como a realidade atual e as perspectivas futuras. São mostrado também algumas áreas onde os dispositivos são usados juntamente com a TI nas empresas, como é o caso da área de transportes.

O quarto capítulo trata da tecnologia Java, apresentando um estudo mais aprofundado na plataforma J2ME.

O quinto capítulo apresenta informações sobre o desenvolvimento do protótipo, demonstrando as ferramentas utilizadas, a especificação e a implementação do mesmo.

O último capítulo trata das considerações finais sobre o trabalho e sugestões para trabalhos futuros.

2 TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

Uma TI pode ser definida como “recursos tecnológicos e computacionais para geração e uso da informação” (REZENDE; ABREU, 2001, p. 76). Ou seja, TI é todo e qualquer dispositivo que tenha capacidade para tratar dados e/ou informações com tecnologia aplicada tanto ao processo produtivo, quanto ao próprio produto, bem ou serviço.

Segundo Dalfovo; Amorim (2000, p. 39), a utilização da TI pode vir a facilitar à empresa o processo decisório com a obtenção de dados estrategicamente escolhidos e de conteúdo relevantes para a mesma, trazendo novas ferramentas e tecnologias para melhorar suas vidas. Hoje em dia é muito difícil elaborar Sistemas de Informação essenciais para empresas sem envolver essa moderna tecnologia.

O impacto de sua utilização no modo de vida das pessoas, na forma como as empresas trabalham e relacionam-se umas com as outras, e no mundo, de forma geral, tem sido tão marcante que muitos autores consideram que estamos vivendo uma nova era, a “era da informação”. Esta nova era fica tão mais evidente quanto mais as tecnologias de informática e telecomunicações convergem para um único ponto, em que se torna difícil separar uma da outra. “O conjunto de tecnologias resultantes da utilização simultânea e integrada de informática e telecomunicações tem-se chamado de tecnologia da informação” (GRAEML, 2000, p. 18).

Conforme Rezende e Abreu (2001, p. 76), a TI está fundamentada nos seguintes componentes:

- a) *hardware* e seus dispositivos e periféricos;
- b) *software* e seus recursos;
- c) gestão de dados e informações;
- d) sistemas de telecomunicações.

Estes elementos tornam a tecnologia útil para as pessoas, dando ao usuário o controle efetivo da informação, além de simplificar a operacionalidade de sua atividade.

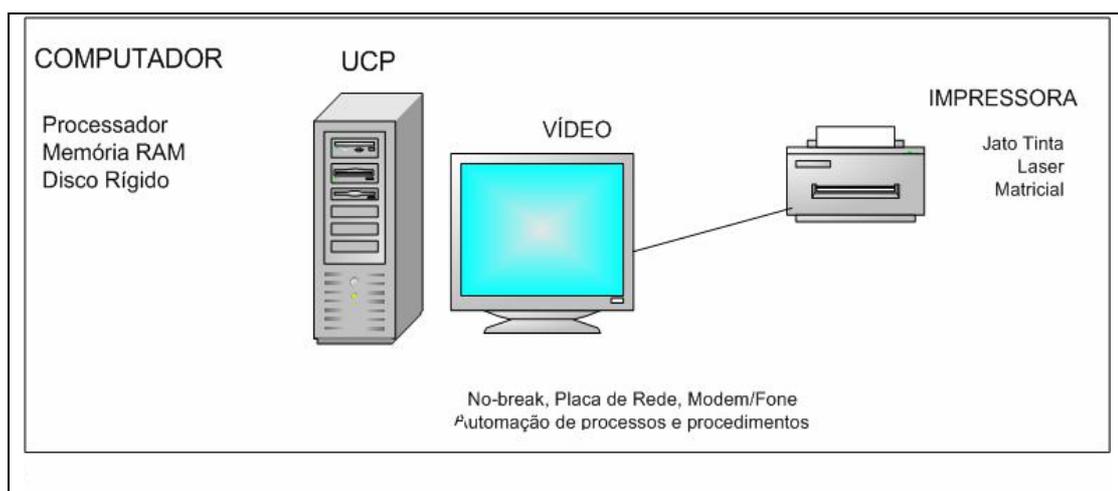
2.1 HARDWARE

Segundo Rezende e Abreu (2001, p. 77), os computadores e seus dispositivos e periféricos, parte integrante da TI, são subsistemas especiais dos Sistemas de Informação das empresas.

São dispositivos físicos que utilizam eletrônica digital com mecanismos de processamento, usados para trabalhar com dados e informação. Com os dispositivos de *hardware* é possível dar entrada, processamento, armazenamento e saída aos mesmos.

Os principais equipamentos de *hardware* são os computadores e seus periféricos. O computador possui capacidade de processar (organizar e manipular) os dados, armazená-los em memória, interpretar e executar instruções. Os periféricos são os dispositivos que trabalham em conjunto com o computador. Podem ser dispositivos de entrada (teclado, *mouse*, recursos de multimídia, *scanners*, câmeras, leitores, microfone, etc.) ou de saída (monitores, impressoras, etc.).

A estrutura geral do subsistema de *hardware* pode ser vista na Figura 1.



Fonte: Rezende; Abreu (2001, p. 80)

Figura 1 – Visão geral do hardware

2.2 SOFTWARE

Os *softwares* e seus recursos também são partes da TI, que compõem subsistemas especiais das empresas. Segundo Laudon e Laudon (1999, p. 99), eles dirigem, organizam e controlam os recursos de *hardware*, fornecendo instruções e comandos na forma de programas. Os *softwares* podem ser de diversos tipos: de base, de redes, aplicativos, utilitários ou de automação.

Os *softwares* de base ou operacionais podem ser vistos como administradores gerais do computador, dando apoio ao sistema global do computador. Os de rede permitem que os computadores se conectem entre si, através de dispositivos e recursos de telecomunicações.

Os *softwares* aplicativos são programas elaborados pelos usuários, visando resolver problemas e desenvolver atividades ou tarefas específicas ou funções empresariais, através de comandos, instruções ou ordens (escritos em linguagens de programação) que o computador deve cumprir. Também são chamados de *softwares* aplicativos os editores de texto, planilhas eletrônicas, *softwares* de apresentação, bancos de dados e pacotes integrados.

Os *softwares* utilitários tem com função principal a complementação dos *softwares* aplicativos. Como exemplo, podemos citar os *softwares* de cópia (*backup*), os antivírus, os compactadores, os desfragmentadores, os vinculados aos recursos de Internet (troca ou uso de informação por meio de recursos de telecomunicação).

E os *softwares* de automação tratam de automações industriais (interface com tecnologias como coletores, controladores, sensores, etc.), automações comerciais (interface com tecnologias como caixas registradoras, impressoras, código de barras, leitoras, etc.) e automações de serviço (interface com tecnologias que servem para otimizar serviços específicos das empresas).

Os tipos e a estrutura do *software* são apresentados na Figura 2.



Fonte: Rezende; Abreu (2001, p. 85)

Figura 2 – Visão geral do software

2.3 GESTÃO DE DADOS E INFORMAÇÕES

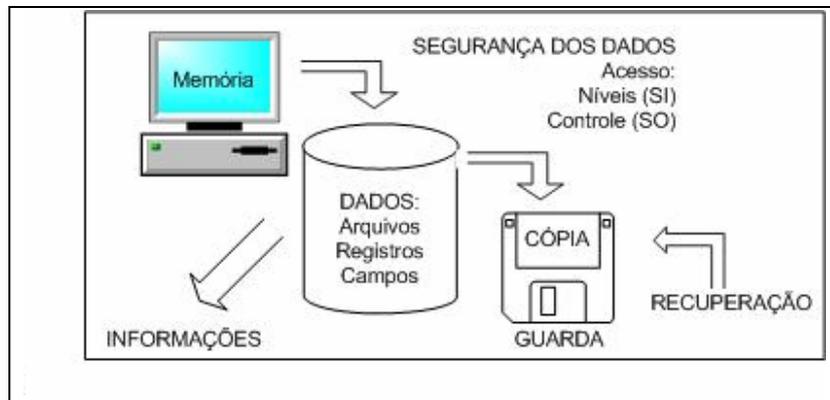
A gestão de dados e informações é parte integrante da TI, onde os dados, quando a eles são atribuídos valores, transformam-se em informações. Segundo Laudon e Laudon (1999, p. 121), a gestão de dados e informações compreende as atividades de guarda e recuperação de dados, níveis e controle de acesso das informações.

A gestão de dados é feita, de forma mais moderna e efetiva, através de ferramentas dos Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados (SGBD). Eles são recursos tecnológicos transformando os dados em bases relacionais e únicas. Segundo Rezende e Abreu (2001, p. 91), a gestão de dados ficará completa se o conceito de administração de dados e de administração de banco de dados estiver sedimentada dentro de uma empresa.

Uma atividade que deverá ser paralela à gestão de dados é a guarda e recuperação de dados. Para a guarda de dados utiliza-se a cópia (*backup*), com um número suficiente de volumes, encadeados e organizados de modo que permita sua fácil e efetiva recuperação.

O controle e níveis de acesso à informação são elaborados através de recursos como senhas ou *passwords* (para controle de acesso) e organização de alçadas, restrições e responsabilidades pelo acesso, que determinam onde e como cada usuário pode acessar informações específicas.

A estrutura do subsistema de gestão de dados e informação pode ser vista na Figura 3.



Fonte: Rezende; Abreu (2001, p. 90)

Figura 3 – Visão geral da gestão de dados e informação

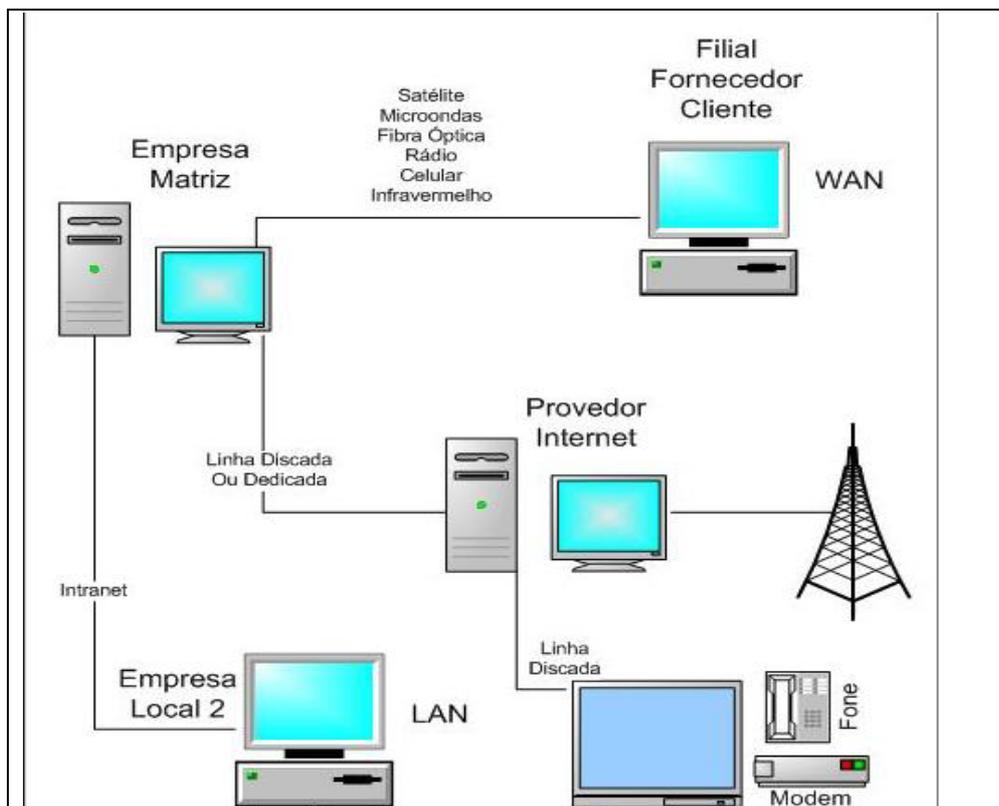
2.4 SISTEMAS DE TELECOMUNICAÇÕES

Os sistemas de telecomunicações são formados de comunicação (transmissões de sinais de um receptor para um emissor por um meio qualquer) e telecomunicação (transmissão eletrônica de sinais para comunicações). Segundo Laudon e Laudon (1999, p. 144), o recurso de comunicação da TI se refere à coleta, processamento e distribuição eletrônica dos dados, normalmente entre dispositivos de *hardware*.

Os canais de comunicação para a distribuição dos dados podem utilizar-se de vários meios de comunicação: fios, cabos, fibras ópticas e as formas de comunicação sem fio. Conforme Rezende e Abreu (2001, p. 88), atualmente começa a se desenvolver um novo tipo de comunicação de dados, onde além dos cabos, as transmissões podem ser por microondas, satélites, rádio, celular, onda infravermelha, etc.

As telecomunicações e a informática isoladamente têm contribuído para grandes transformações em nossa sociedade. Elas encurtam distâncias e permitem que máquinas assumam e executem com excepcional competência tarefas que exigiam muito esforço e tempo humanos.

A visão geral dos sistemas de telecomunicações é apresentada na [Figura 4](#).



Fonte: Rezende; Abreu (2001, p. 95)

Figura 4 – Visão geral das telecomunicações

2.4.1 Wireless

O grande avanço dos sistemas de telecomunicações da TI, juntamente com a utilização de um novo tipo de componente de *hardware*, os dispositivos móveis, trouxe ao mundo das empresas a tecnologia *Wireless*, denominada “comunicação sem fio”. E isso fez com que

ocorressem grandes inovações no setor. *Wireless* é o termo que designa sistemas de telecomunicações em que os sinais são transmitidos por ondas eletromagnéticas, dispensando o uso de fios.

De acordo com Dalfovo et al (2003), este tipo de tecnologia, com o passar dos anos e com as novas exigências do mercado, vem crescendo e possivelmente se tornará um dos meios mais utilizados, pois ela pode propiciar diversas funcionalidades. Tudo isso em qualquer lugar ou a qualquer hora, através de dispositivos móveis.

Segundo Dalfovo et al (2003), pode-se dizer que a tecnologia *Wireless* disponibiliza a portabilidade e a praticidade da informação independente do lugar, necessária aos equipamentos portáteis. Perdendo a dependência de objetos fixos e viagens físicas, se utilizará as redes *wireless* para acessar dados onde e quando for necessário.

Enfim, a comunicação sem fio é um suporte para a computação móvel, que explora diferentes tecnologias de comunicação que serão inseridas tanto em ambientes computacionais fixos como móveis. No chamado “mundo sem fio”, proporcionado pela tecnologia *wireless*, as pessoas desfrutarão de informações adaptadas a seus hábitos e interesses.

3 DISPOSITIVOS MÓVEIS

Segundo Laudon e Laudon (1999, p. 160), novas formas de comunicações estão sendo proporcionadas por redes móveis de dados, usando dispositivos móveis, como telefones celulares e *Personal Digital Assistant* (PDA) - um computador manual composto em uma caneta, com recursos internos e organizacionais de comunicações. Muito mais do que assistentes pessoais ou agendas eletrônicas, os dispositivos móveis passaram a ser computadores que podem ser facilmente levados a qualquer lugar, criados para atender profissionais e pessoas em movimento que necessitam de rapidez, facilidade e segurança no acesso a informações corporativas e pessoais. Além disso, as grandes inovações trazidas pela tecnologia *wireless* fizeram com que a indústria deste setor tenha tido um crescimento explosivo nos últimos anos, tornando-se uma das mais eficientes e rápidas áreas tecnológicas do mundo, permitindo que as pessoas comuniquem-se de forma barata e fácil sem ficarem presas aos seus telefones ou computadores de mesa.

Conforme Dalfovo et al (2003), a abordagem de dispositivos móveis (celulares e PDA), nos remetem a equipamentos presentes no cotidiano das pessoas e estão se tornando formas eficazes na busca de comunicação segura e de preferência *on-line*. Eles permitirão ao usuário deslocar-se junto com seu ambiente computacional e ter um acesso constante às fontes de informações. Na Figura 5 pode-se ver algumas categorias de dispositivos móveis.



Fonte: Pekus (2002)

Figura 5 – Exemplos de dispositivos móveis

Para ser usado como um componente de *hardware* integrante da TI de uma empresa, a escolha do equipamento adequado depende de fatores como tipo de atividade, modelo de captura e apresentação das informações e volume de dados esperados. Alguns exemplos de funções onde aplicações para dispositivos móveis são úteis dentro da TI das empresas, podem ser:

- a) vendas externas;
- b) obtenção de dados de pesquisas de campo;
- c) consultas *on-line* ou *off-line* de dados provenientes de seus sistemas internos;
- d) cadastramento de informações ou preenchimento de formulários em campo;
- e) monitoramento de atividades externas em geral.

Estes dispositivos oferecem muitos recursos, entre eles está o ambiente Java, que possibilita o desenvolvimento de inúmeras aplicações para auxiliar na coleta e análise de informações e na tomada de decisões. Segundo Rezende e Abreu (2001, p. 88) os dispositivos móveis podem apresentar recursos hoje em dia essenciais para todas as empresas, e mais ainda para empresas que possuem múltiplas localizações geográficas.

No caso específico do dispositivo celular, segundo Moon (2000), inventado nos anos 80, ele foi artigo de luxo, mas hoje é um bem de consumo cada vez mais acessível e está se tornando um telefone inteligente. Eles demonstram uma nova forma de comunicação de dados, pois embora ainda sejam usados principalmente para a transmissão de voz, as empresas de celulares desenvolveram recursos para utilizar a rede existente para transmitir também dados. Os celulares estão tornando-se apêndices do computador, possuindo a vantagem do tamanho reduzido e dando versatilidade e velocidade à coleta dos dados. Segundo Riggs (2001, p. 1), o número total de telefones celulares excedeu 600 milhões no ano de 2001 e a estimativa era de haver 1 bilhão em 2003. Em contraste, os PC ficaram em torno de 311 milhões no início do ano 2000.

3.1 VANTAGENS DOS DISPOSITIVOS MÓVEIS

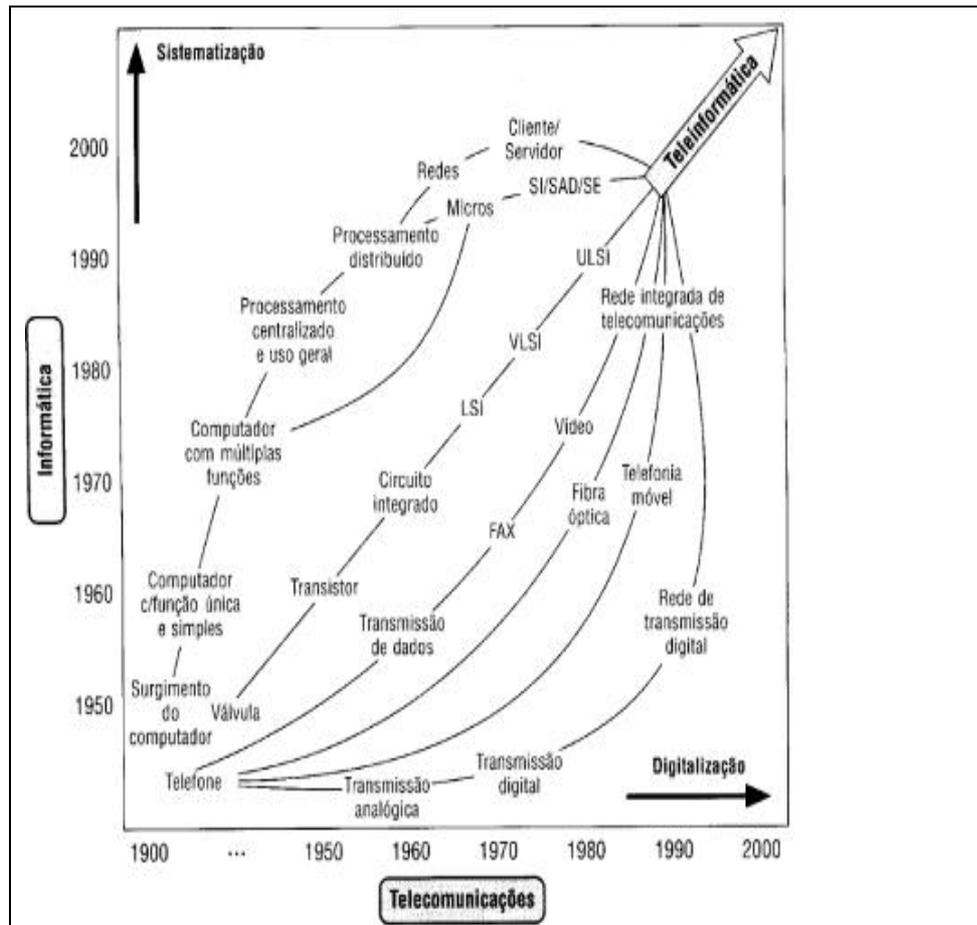
Para aqueles que consomem grande parte do seu tempo trabalhando remotamente, estes equipamentos são versáteis, dedicados, multifuncionais e de uso genérico. Do ponto de vista empresarial, eles são ótimos geradores de informações, podendo ser utilizados desde a automação de processos até a coleta de informações estratégicas.

Segundo Pekus (2002), estes aparelhos também representam vantagens em relação a outros computadores, como:

- a) dimensões: além de mais leves e simples de manusear, podem ser transportados em qualquer espaço;
- b) consumo de energia: por serem dispositivos mais compactos e econômicos, o consumo de energia e tempo de recarga são menores e a autonomia em campo é maior;
- c) ganho de tempo e eficiência: o tempo de carga de aplicações embutidas nestes dispositivos é inferior quando comparado a outros equipamentos;
- d) custos operacionais e expansão programada: por serem mais compactos e voltados para atividades específicas, estes dispositivos não contam com vários circuitos e periféricos internos, como por exemplo disco rígido e discos flexíveis, diminuindo de forma evidente custos com manutenção ou programas desnecessários.

Outro aspecto que auxilia no crescimento do setor de comunicações móveis é que as pessoas estão cada vez mais dependentes das informações disponíveis na Internet, e neste novo contexto da computação moderna, elas estão mudando a maneira pela qual acessam a rede mundial, ou seja, não apenas de seus PC, mas também de dispositivos móveis. Em seus trinta primeiros anos, a Internet permaneceu como uma rede de computadores de grande porte conectados por cabos. Hoje, isso está mudando. As tecnologias *wireless* dão aos usuários capacidade de ter acesso a todas as informações que desejarem, a qualquer momento e em qualquer lugar. “Os analistas prevêem que essa tendência deverá continuar, com os telefones móveis superando os computadores como principal dispositivo de acesso à Internet por volta de 2005” (DORNAN, 2001, p. 2).

Ainda mais interessantes são as novas aplicações exclusivas de dispositivos móveis como: mapas regionais, previsões de tempo personalizadas e até acompanhamento médico em tempo real. Os dispositivos móveis causaram um impacto imprevisível no comércio e na cultura. Segundo Dornan (2001, p. 240), os telefones e computadores estão convergindo, mas ninguém sabe exatamente qual será o resultado desta convergência. Mas conforme Graeml (2000, p. 18), eles estão chegando a um único ponto, em que se torna difícil separar um do outro, como mostra a Figura 6.



Fonte: Graeml (2000, p. 18)

Figura 6 – Convergência da informática e das telecomunicações

É possível que os computadores se tornem peças de vestuário, mas, para isso, primeiro será necessário superar diversos problemas, entre eles a autonomia da bateria e a entrada de dados pelo usuário. Conforme Alcantara (2004), o dinamismo fornecido por estes dispositivos permite ao usuário deslocar-se enquanto está conectado a uma aplicação em um dispositivo móvel, mas durante o deslocamento, as aplicações estão sujeitas a importantes variações no ambiente de execução (banda, latência, serviços, etc), as quais devem ser absorvidas por um comportamento adaptativo.

3.2 PRINCIPAIS DESAFIOS

Apesar de muito se falar em computação móvel, PDAs, computadores portáteis e celulares em especial e várias promessas como internet de bolso, câmeras de alta resolução, videoconferência, livros eletrônicos entre outras, toda novidade traz mudanças e com os dispositivos móveis e *wireless* não foi diferente.

Segundo Alcantara (2004), existem desafios e paradigmas no campo sociológico. Os usuários costumam a trocar o papel por uma tela, por mais fina que seja. O fato mais importante

a ser observado é a maneira como se usa um celular ou dispositivo portátil, além das limitações da tela e bateria, ele não é usado da mesma forma de como se utiliza um PC, mesmo que consigamos atingir seu mesmo desempenho tecnológico. Um celular é usado em situações específicas e tem-se que dar importância a esses fatos, ou fica-se limitado na hora de construir os produtos.

Ainda conforme Alcantara (2004), além dos desafios no campo sociológico, há desafios no campo técnico. Hoje há dois grandes problemas:

- a) largura de banda;
- b) força da bateria.

O primeiro nos leva de encontro com a computação convencional, já que nela temos o mesmo obstáculo, a segurança. As informações são transmitidas pelo ar, através de ondas eletromagnéticas, transmissões *wireless*, onde a confiabilidade é questionada. No segundo já existem grandes avanços, a capacidade de armazenamento melhorou sensivelmente e novas pesquisas estão sendo feitas para solucionar o problema.

Alcantara (2004) cita ainda outros desafios que precisam ser solucionados para que os dispositivos móveis revolucionem o modo como os computadores são usados hoje:

- a) disponibilidade de informação via celulares ainda é dependente de local;
- b) portabilidade;
- c) consumo de energia;
- d) integridade dos dados;
- e) espaço de armazenamento;
- f) interface reduzida: tela limitada, sem disponibilidade de janelas.

Mas atualmente grandes fabricantes fazem investimentos acentuados nesta área para fazer com que tenhamos mais recurso tecnológico nos dispositivos móveis, embora ainda não se faça uso de todos esses recursos. O mercado está esperando um crescimento grande no número de usuários conectados a rede sem fio. Em estudo elaborado pela Microsoft Research apud Alcantara (2004), o número de pessoas conectadas a redes sem fio irá ultrapassar a barreira de 1 bilhão em 2004.

Demonstra-se que o setor de dispositivos móveis aliados a recursos como *wireless*, atraíram uma atenção científica e mercadológica recente, fazendo dele uma área em franca expansão, expandindo a computação para outros domínios até então inexplorados.

Os desafios estão sendo superados rapidamente, pois a transmissão de dados por dispositivos móveis está se tornando uma nova frente de negócios, onde diversos setores da economia buscam cada vez mais uma forma de diminuir tempo e custos e melhorar a qualidade de seus serviços. Neste contexto, os dispositivos móveis juntamente com outras tecnologias, podem proporcionar soluções a vários setores, tais como: têxtil, metalúrgico, jornalístico, publicitário, prestadores de serviço, transportes entre outros. Neste trabalho se demonstrará a implementação de protótipo de aplicativo para dispositivos móveis, visando uma solução para o setor de transportes.

3.3 SETOR DE TRANSPORTES

Os estudos na área de transportes são de grande importância na atual realidade da globalização, pois para uma boa política de desenvolvimento precisa-se de uma adequada infra-estrutura de transportes. Segundo Rodrigues (2004, p. 19), transporte pode ser definido como o deslocamento de pessoas e pesos de um local para o outro. Além disso, define que “um sistema de transportes é constituído pelo modo (via de transporte), forma (relacionamento entre vários modos de transporte), meio (elemento transportador) e pelas instalações complementares (terminais de carga)” (RODRIGUES, 2004, p. 27).

Os transportes têm a função básica de proporcionar maior disponibilidade de bens e maior acesso aos produtos, ou seja, têm a função econômica de promover a integração entre sociedades que produzem bens diferentes. Em decorrência do processo de globalização e competitividade da economia, também no setor de transportes, tornou imprescindível a adoção de estratégias que ofereçam soluções capazes de racionalizar os custos e investir em ganhos de qualidade.

Num levantamento de dados feito para este trabalho foi verificado que um dos principais problemas que o setor de transporte enfrenta é o controle dos gastos num frete, no percurso feito pelos caminhoneiros. As dificuldades são em função da distância geográfica dos caminhoneiros em relação à transportadora e do tempo muitas vezes grande até o motorista voltar à sede. Isso faz com que tenha que se esperar muito tempo até poder atualizar o controle dos gastos e o torna inconsistente, às vezes, pela perda ou ilegibilidade de dados que chegam à empresa manuscritos ou impressos. Outro problema é o tempo e a mão-de-obra despendidos ao controle hoje existente, pois quando os caminhoneiros retornam da viagem,

trazendo os comprovantes dos gastos, tem que se dar entrada manualmente de todas as despesas feitas.

Considerando-se que, segundo Rodrigues (2004, p. 125), a revolução tecnológica e o barateamento dos sistemas informatizados viabilizou a disponibilização de informações precisas e em tempo hábil, existem hoje soluções para tornar o processo decisório mais ágil e os ciclos operacionais mais curtos. Os estudos de transportes têm-se desenvolvido nas várias áreas do conhecimento, entre elas a computação, e estão se criando aplicações das mais diversas para solucionar os problemas das empresas do setor. Aplicações e sistemas informatizados para o setor de transportes devem trazer redução dos custos globais e obtenção do nível de qualidade desejados, através de registros, controles e transmissão de dados instantâneos e confiáveis, tudo isso com o objetivo de evitar insegurança, falhas, erros, atrasos e serviços desnecessários.

4 JAVA

Java é uma linguagem de programação que possui algumas características particulares e importantes (SUN BRASIL, 2003b): os seus programas podem ser interpretados e executados em qualquer sistema através de um interpretador Java, ou *Java Virtual Machine* (JVM); uma aplicação desenvolvida em Java pode utilizar várias bibliotecas nativas desenvolvidas pela Sun, e o conjunto dessas bibliotecas Java é conhecido como *Java Application Programming Interface* (API). Juntas, a JVM e a Java API constituem o ambiente de execução de Java ou ainda, a plataforma Java.

Segundo Depiné (2002), as diversas linguagens de programação podem ser tanto compiladas como interpretadas. Quando se utiliza uma linguagem compilada, é necessário executar um programa para traduzir os arquivos fonte, legíveis em linguagem de alto nível, em código executável. As linguagens interpretadas só existem em código fonte. Quando em execução, um programa chamado interpretador toma o código fonte e executa as ações indicadas pelos comandos no arquivo. A linguagem Java é tanto compilada como interpretada. Assim, esses programas podem ser interpretados e executados em qualquer sistema através de um interpretador Java da JVM.

A linguagem conseguiu uma grande popularização quando passou a ser usada amplamente na construção de documentos Internet que permitam maior interatividade. E atualmente, Java é a força propulsora por trás de alguns dos maiores avanços da computação mundial. Conforme Oracle (2002) apud Kuhnen (2003), os principais fatores que tornam Java uma linguagem de destaque são:

- a) orientação a objetos: método de programação natural e poderoso usado no desenvolvimento de aplicativos;
- b) portabilidade e independência de plataforma: programas interpretados por uma JVM em tempo de execução, permitindo que sejam utilizados em qualquer sistema operacional que tenha uma JVM;
- c) facilidade de distribuição: classes podem ser encontradas facilmente na literatura, principalmente *on-line*;
- d) *multithreading*: permite desenvolver aplicativos que executam múltiplas tarefas em paralelo;

- e) robustez e segurança: Java tem capacidade interna de impedir a corrupção de memória, administra os processos de alocação de memória e a checagem de limite de *array*.

Java tem outras características que a tornam ideal para o objetivo deste trabalho, que é o seu uso para desenvolver aplicativos para dispositivos móveis. Segundo Simões Jr. (2003), seus aplicativos rodam em processadores, sistemas operacionais e *drivers* diferentes e em qualquer dispositivo e é uma linguagem dinâmica e interativa. Entretanto, a linguagem completa Java traz algumas desvantagens quando usada em dispositivos móveis, como: aumento de processamento, aumento de consumo de energia, redução do tempo de vida da bateria.

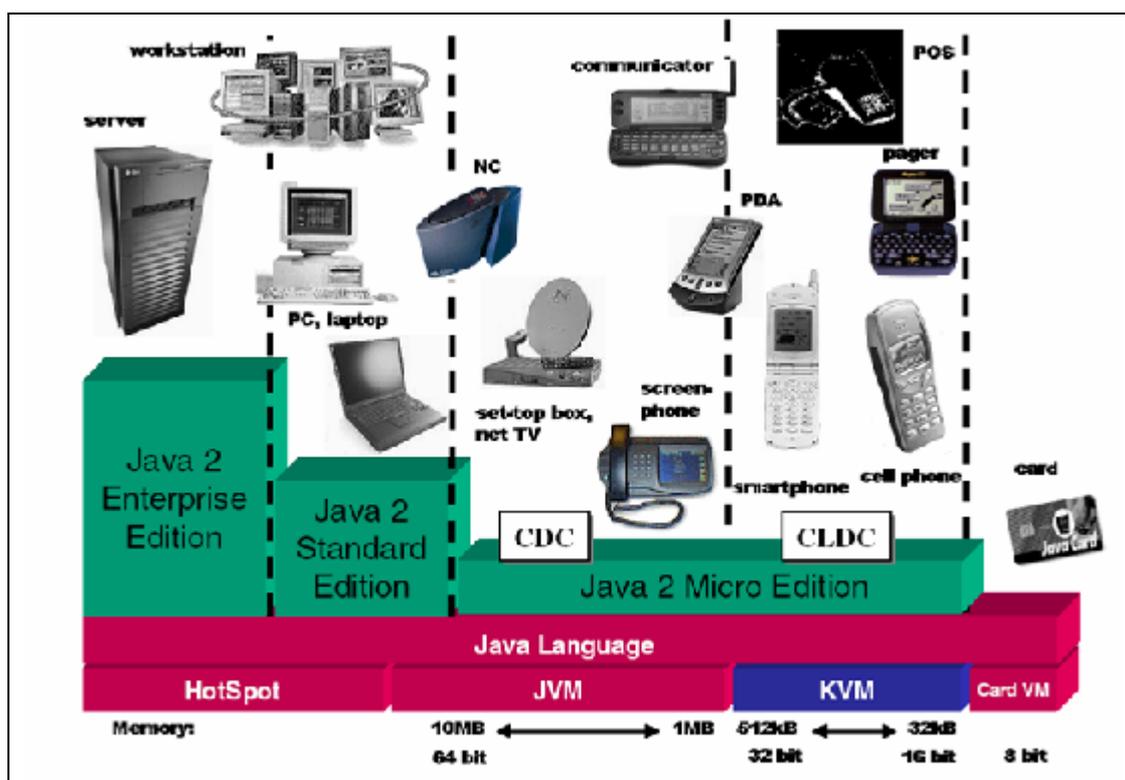
4.1 JAVA 2 PLATAFORM

De acordo com Sun Wireless (2002) apud Depiné (2002), a Sun Microsystems, fabricante do Java, percebendo que um só produto não conseguiria abranger todas as necessidades do mercado, desenvolveu uma nova versão da plataforma Java: Java 2, em três edições: Java 2 Platform, Standard Edition (J2SE); Java 2 Platform, Enterprise Edition (J2EE); e Java 2 Platform, Micro Edition (J2ME). Cada edição define uma tecnologia e um conjunto de ferramentas com propósitos diferentes e as três plataformas formam um conjunto que possibilita o desenvolvimento de aplicações completas, robustas e portáteis.

A J2SE foi a primeira edição, cujo objetivo era dar suporte para o desenvolvimento de aplicações para estações de trabalho. É a versão básica do Java com API. A J2EE, segundo SouJava (2003) apud Kuhnen (2003), é um conjunto de especificações coordenadas, objetivando o desenvolvimento de aplicações corporativas e para a qual existem dezenas de produtos compatíveis hoje no mercado.

A mais recente edição é a J2ME, cuja tecnologia é direcionada ao mercado de pequenos dispositivos. Seu conjunto de especificações tem por objetivo disponibilizar JVM, API e ferramentas para equipamentos como: telefones celulares, pagers, handhelds, vídeo games, sistemas embutidos, etc.

As três edições da Java 2 Platform e os dispositivos que cada tecnologia atende estão representadas na Figura 7.



Fonte: Corbera (2003)

Figura 7 – Java 2 Platform

4.1.1 Java 2 Micro Edition (J2ME)

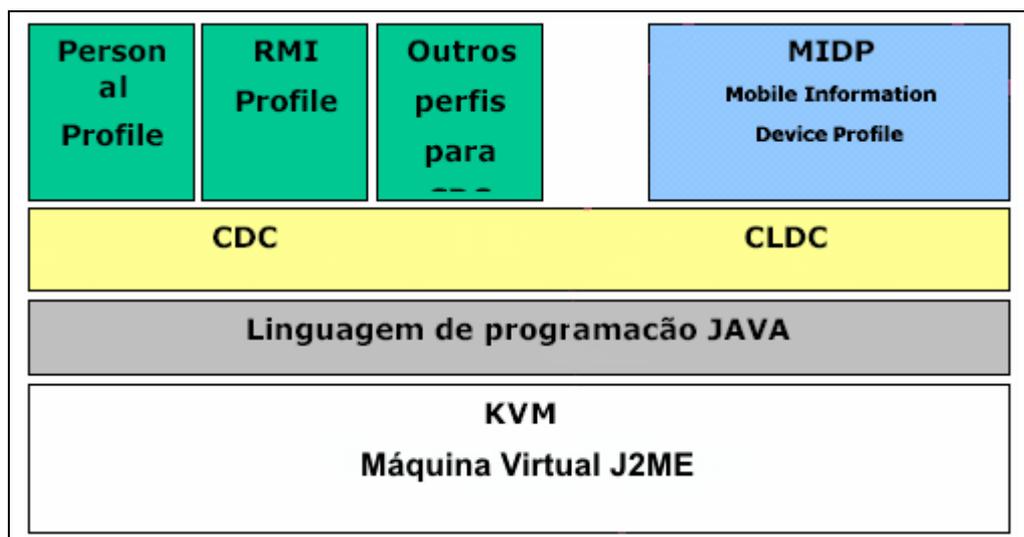
Segundo Riggs (2001, p. 9), a tecnologia J2ME é uma versão compacta da linguagem Java padronizada pela Sun, direcionada ao mercado de dispositivos móveis. É um conjunto de especificações que disponibiliza uma JVM, API e ferramentas para equipamentos móveis e qualquer outro dispositivo com processamento menor do que os computadores de mesa atuais.

Conforme Sun Brasil (2003a), essa última integrante da plataforma Java 2 – a Micro Edition – foi criada por causa do aumento expressivo de equipamentos eletrônicos móveis, como telefones celulares e PDA, e esse mercado precisava de uma tecnologia compatível. A tecnologia J2ME supre as deficiências que a plataforma Java em sua totalidade traz no desenvolvimento em dispositivos móveis.

Seguindo os princípios da plataforma Java, a nova versão Micro Edition está pronta para interpretar qualquer sistema, independentemente de plataforma e tecnologias utilizadas, mas possui vantagens para o uso em dispositivos móveis. Conforme Simões Jr. (2003), as principais vantagens são o uso suficiente do processador, utilização de menos recursos de memória, baixo processamento, baixo consumo de energia e compatibilidade de PDA e telefones móveis para rodar aplicativos utilizando essa tecnologia. A plataforma leva ao consumidor o poder e os benefícios da tecnologia Java em seus aparelhos, incluindo uma

interface flexível, um modelo robusto de segurança e suporte a aplicações em rede ou *offline*. Com o J2ME, as aplicações são escritas somente uma vez para um grande número de dispositivos e são baixadas dinamicamente, dentre outros benefícios.

A arquitetura J2ME define configurações, perfis e pacotes opcionais como elementos para construir ambientes de execução completos que preenchem os requisitos para um bom número de dispositivos e mercados-alvo. O resultado é uma plataforma comum que é compatível com a maioria dos dispositivos móveis do mercado. Segundo Corbera (2003), a plataforma J2ME consiste de máquinas virtuais KVM (*Kilo Virtual Machine* - uma especificação padrão da JVM para dispositivos móveis) e APIs especificadas em "documentos de configuração" ("*Configuration*") em conjunto com perfis ("*Profiles*") para uma determinada aplicação ou mercado. Tudo está disposto em camadas de software como mostra a Figura 8.



Fonte: Corbera (2003)

Figura 8 – Camadas do J2ME

A arquitetura é um modelo de camadas embutidas sobre o sistema operacional do dispositivo, sendo as três camadas citadas a seguir e aplicação encontra-se logo acima da camada de perfil:

- camada de perfil (*Profile*);
- camada de configuração (*Configuration*);
- camada representada pela máquina virtual J2ME (KVM).

4.1.2 Camada de Perfil

No topo da camada de *Connected Limited Device Configuration* (CLDC) existe a camada de software chamada *Profile*. O *Profile*, ou perfil, especifica um conjunto de APIs que se moldam a um determinado tipo de dispositivo. Segundo Corbera (2003), a diferença entre Configuração e Perfil é que a Configuração descreve de forma geral uma família de dispositivos, enquanto o Perfil fica mais específico para um tipo particular de aparelho em uma dada família. O Perfil tão somente acrescenta funcionalidades àquele aparelho. Alguns dos perfis existentes são: *Mobile Information Device Profile* (MIDP), *Foundation Profile* (FP), *Personal Profile* (PP), etc.

O perfil MIDP é voltado especificamente aos dispositivos portáteis. Este perfil especifica interface com o usuário, entrada e persistência de dados, manipulação de eventos, modelo de armazenamento orientado a registro, rede, mensagens e aspectos relacionados ao ambiente de programação para esses dispositivos (DEPINÉ, 2002). Combinado com o CLDC, fornece um ambiente de execução Java completo que alavanca a capacidade dos dispositivos e minimiza o consumo de memória e energia, sendo estas aplicações chamadas de Midlets.

O perfil FP é o nível mais baixo de perfil do Connected Device Configuration (CDC). Ele fornece uma implementação de rede do CDC que pode ser usada para construir aplicações sem interface com o usuário. E o PP é o perfil CDC utilizado em dispositivos que necessitam de um suporte completo para interface ou *applet* como P DAs e *consoles* para jogos.

4.1.3 Camada de Configuração

A camada de configuração é classificada de acordo com as capacidades de cada dispositivo. Atualmente, existem duas configurações no J2ME: *Connected Limited Device Configuration* (CLDC) e *Connected Device Configuration* (CDC).

A CLDC é a menor das duas configurações, designada para dispositivos com conexões de rede intermitentes. Contém uma API mínima para poder rodar aplicativos em dispositivos móveis com processadores lentos e memória limitada (como celulares, *paggers* e PDAs). Segundo Corbera (2003), para o caso específico dos celulares, a configuração CLDC deve apresentar as seguintes características:

- a) o hardware do dispositivo deve ter no mínimo 160Kb para Java, um processador de no mínimo 16 bits com baixo consumo (típicas baterias de um celular) e conexão de rede *wireless* de 9.6Kbps, 144Kbps ou 2Mbps;
- b) o software deve incluir suporte a um subconjunto da linguagem Java e a um subconjunto da máquina virtual Java que definam um núcleo de funções que permitam o desenvolvimento de aplicações móveis.

Conforme Corbera (2003), a segurança que a CLDC define, baseia-se em “*Sandbox Security Model*”, ou seja, a máquina virtual terá um espaço de memória independente do restante das aplicações do celular (tais como agenda, tons, imagens, configuração, *browser*, WAP, etc). Nesse modelo de segurança restringem-se as operações que podem ser executadas a somente um conjunto de funções da API. Como nenhuma outra operação é permitida, a aplicação não pode acessar outras áreas de memória do aparelho celular (por exemplo: calendário, agenda de contatos ou compartilhar dados com outros aplicativos e alterar áreas de código). As aplicações para CLDC devem ser projetadas para consumir o mínimo de recurso possível, e devem permitir ao usuário sair do aplicativo a qualquer hora sem que informações sejam perdidas.

A CDC foi feita para dispositivos que possuem mais memória, processadores e conexões mais rápidos, como controles-remoto, *gateways* residenciais, etc. Inclui uma *full-featured* JVM e uma parte maior do J2SE que o CLDC. Como resultado, a maioria dos dispositivos compatíveis com CDC possui processadores de 32 bits e um mínimo de 2MB de memória disponíveis para a implementação da plataforma Java e suas aplicações.

4.1.4 Camada do Interpretador

Esta camada é uma implementação da máquina virtual Java customizada para dispositivos específicos, a KVM.

Segundo Kuhnen (2003), a *Kilo Virtual Machine* é uma nova implementação da JVM para dispositivos portáteis com recursos limitados. A KVM aceita o mesmo conjunto de *bytecodes* e o mesmo formato para o arquivo “*class*” que a máquina virtual clássica.

A KVM foi desenhada para ser pequena, para uso de memória estática entre 40 a 80Kb. A quantidade mínima de memória requerida pela KVM é 128Kb, incluindo o

interpretador, um mínimo de bibliotecas especificadas pela configuração e algum espaço para rodar aplicativos.

Características fundamentais para o sucesso de aplicações *wireless* podem ser atendidas plenamente com o uso de Java 2 Micro Edition.

5 DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

Dois protótipos de softwares independentes formam o protótipo do aplicativo desenvolvido neste trabalho, cujo objetivo é possibilitar o cadastro e envio de dados através de um PDA (celular), estando o usuário fisicamente distante de sua empresa, que irá receber o *e-mail* e gravar os dados em sua base, possibilitando consultas e geração de relatórios.

O aplicativo está, portanto, dividido em duas partes distintas: o protótipo de *software* do celular, que será executado em um emulador, desenvolvido para ser utilizado em dispositivos móveis que suportem a tecnologia J2ME, com o perfil MIDP.

O outro protótipo será executado em um PC da empresa. Assim que o funcionário desejar, ele se conecta pelo software ao servidor de *e-mails* para receber as mensagens com os dados enviados pelos dispositivos móveis e grava-os no banco de dados presente no PC, possibilitando gerar consultas, relatórios e gráficos para visualizar os dados recebidos.

Neste trabalho é proposta a implementação de um protótipo de aplicativo para uma empresa de transportes, pois foi verificado que este é um dos setores à procura de soluções informatizadas para as atividades onde existem pessoas que trabalham fora do ambiente físico da empresa, substituindo a necessidade de acumular informações em papéis e outros meios para que posteriormente sejam adicionadas manualmente ao sistema da empresa. Em função disto foi feita uma averiguação numa transportadora a procura de possíveis idéias e soluções para este problema e extraiu-se o que os gerentes da mesma acham pertinentes a um aplicativo como o proposto, porém o desenvolvimento foi direcionado para o setor de transportes em geral e não apenas àquela transportadora.

5.1 REQUISITOS PRINCIPAIS DO PROBLEMA A SER TRABALHADO

Como o aplicativo será composto de dois softwares, a seguir estão discriminados os requisitos dos dois softwares envolvidos, divididos em requisitos funcionais (RF) e em requisitos não funcionais (RNF).

O software do celular deve:

- a) cadastrar as despesas do usuário (RF);
- b) transmitir os dados informados para um servidor de *e-mail* (RF);
- c) ter uma interface que facilite a entrada dos dados, ou seja, fácil usabilidade numa interface limitada como a do celular (RNF);

- d) utilizar a linguagem Java, na plataforma J2ME (RNF);
- e) rodar em qualquer dispositivo móvel que suporte a tecnologia J2ME e que possibilite o envio de *e-mail* através de conexão com Internet (RNF).

O software do PC deve:

- a) apresentar despesas recebidas por *e-mail* (RF);
- b) emitir relatórios e gráficos de despesas (RF);
- c) ter boa usabilidade para permitir encontrar facilmente as informações que são enviadas pelo usuário para gerar os relatórios desejados (RNF);
- d) rodar no sistema operacional Windows (RNF).

5.2 ESPECIFICAÇÃO

Para representar a especificação do aplicativo, utilizou-se a técnica de fluxograma, demonstrando o fluxo genérico e os fluxos dos principais sub-processos de cada protótipo de *software*. Foi utilizada a ferramenta Microsoft Visio 2002.

A especificação dos dois protótipos foi feita separadamente, pois o desenvolvimento é independente um do outro. São apresentadas tabelas com as descrições dos sub-processos dos protótipos, seguidas da representação genérica dos protótipos e da representação de cada sub-processo identificado, através dos fluxogramas. Primeiramente, será apresentada a especificação do protótipo do celular e posteriormente a especificação do software do PC.

5.2.1 Especificação do protótipo do celular

A Tabela 1 mostra os sub-processos do protótipos do celular.

Tabela 1 – Sub-processos do protótipo do celular

Nome do processo	Descrição do processo
Processo 1	Informa despesas do usuário
Processo 2	Cria e envia <i>e-mail</i> a partir do celular

A Figura 9 apresenta a especificação genérica do protótipo.

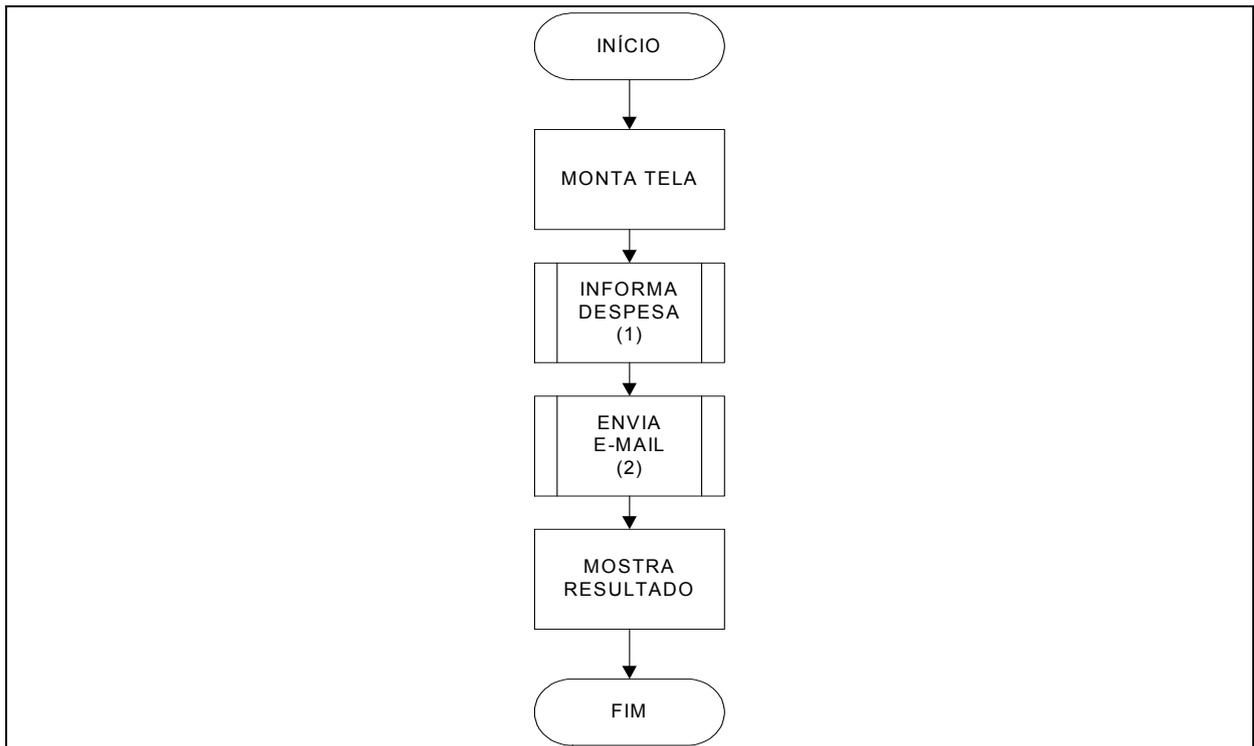


Figura 9 – Especificação genérica do protótipo do celular

Na Figura 10 observa-se o detalhamento do processo 1 do protótipo do celular, onde o usuário dá entrada aos dados e tem a possibilidade de selecionar a opção de transmitir estes dados ou sair da aplicação e, neste caso, se perderá os dados que foram inseridos nesta tela.

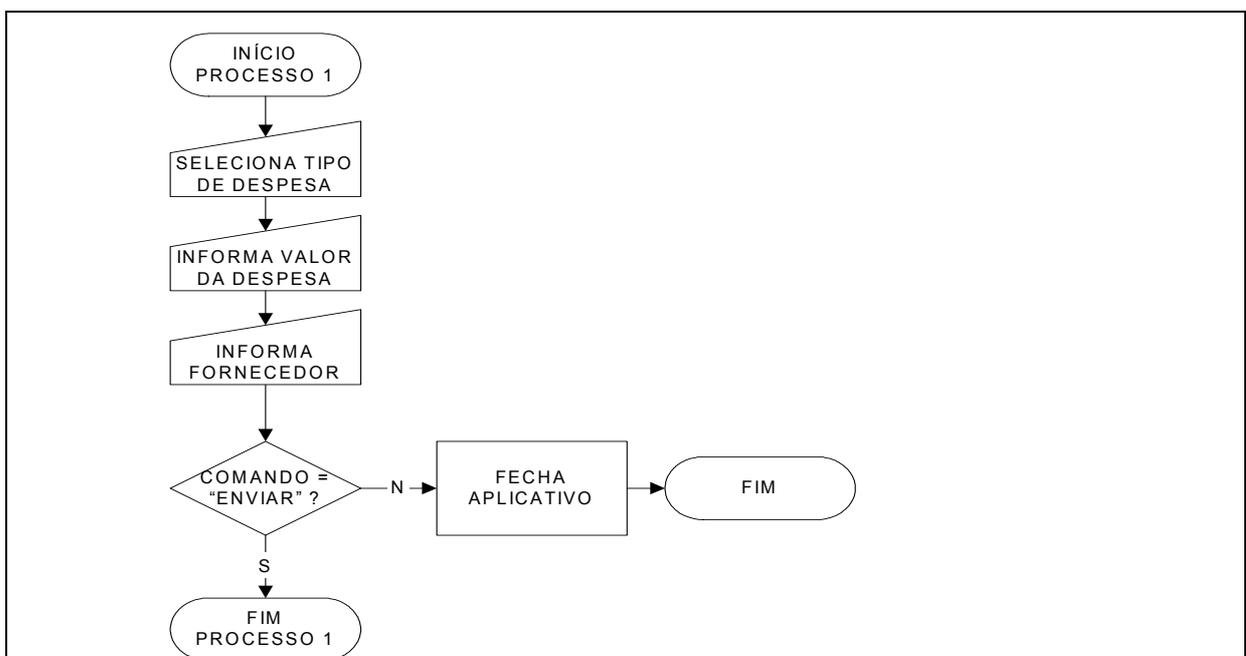


Figura 10 – Fluxograma do Processo 1 do protótipo do celular

A Figura 11 apresenta o detalhamento do processo 2 do protótipo, em que se tenta estabelecer uma conexão com o servidor de *e-mails* para enviar os dados cadastrados e a

resposta do servidor retornará uma mensagem de confirmação ou de erro. Quando não for possível enviar a mensagem ela será armazenada e enviada na próxima vez que o usuário conseguir efetuar uma conexão para enviar uma outra despesa.

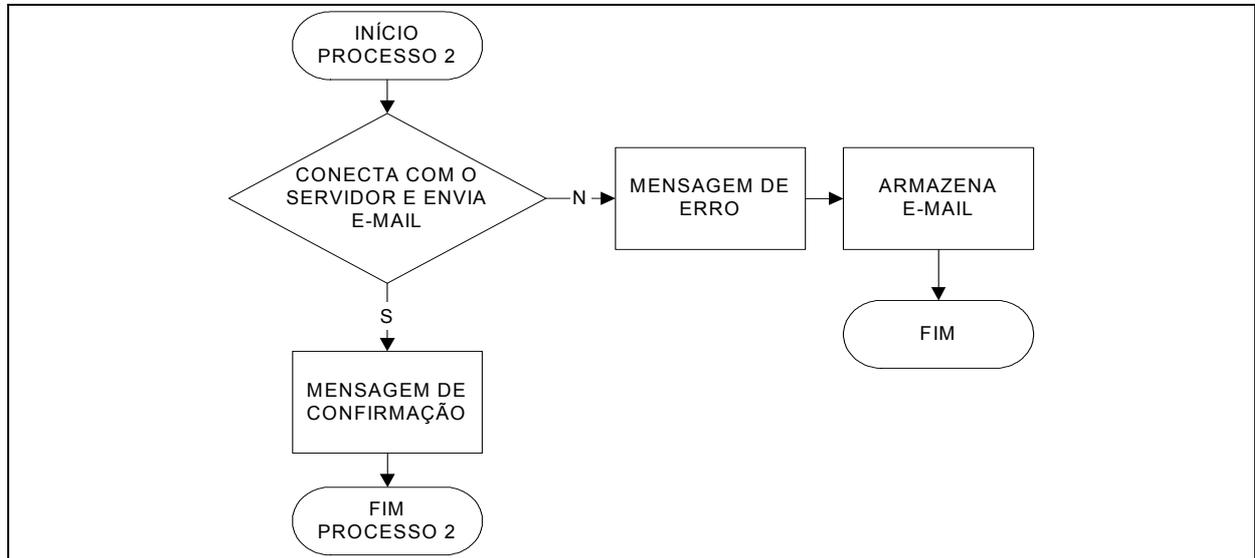


Figura 11– Fluxograma do Processo 2 do protótipo do celular

5.2.2 Especificação do protótipo do PC

Para representar a especificação do protótipo do PC, utilizou-se a descrição dos sub-processos do protótipo, mostrados na Tabela 2.

Tabela 2 – Sub-processos do protótipo do PC

Nome do processo	Descrição do processo
Processo 1	Recebe e grava dados dos <i>e-mails</i>
Processo 2	Gera relatórios

A especificação genérica deste protótipo está representada na Figura 12.

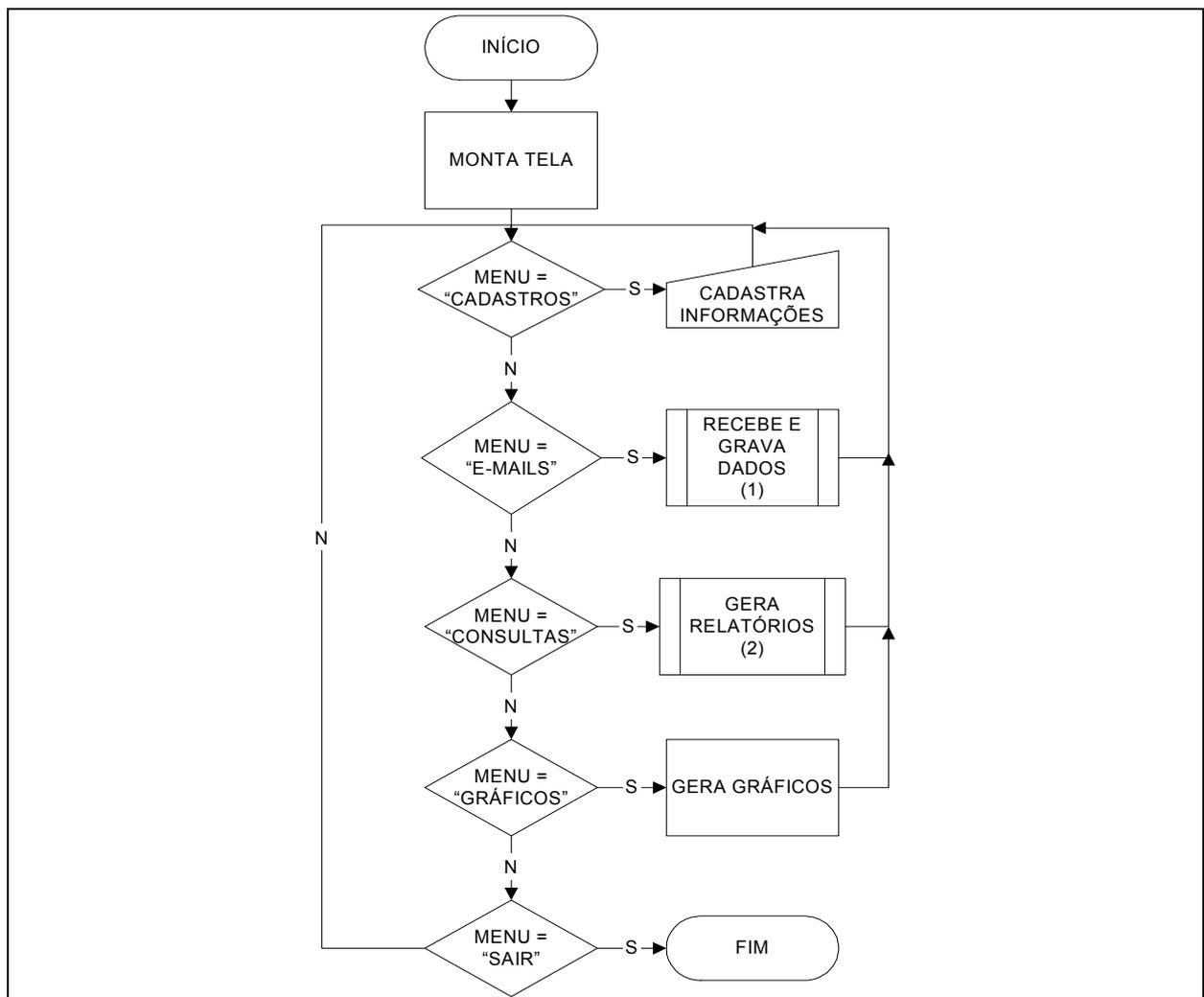


Figura 12 – Especificação genérica do protótipo do PC

Na Figura 13, está representado o Processo 1 do PC, em que, através do menu principal do programa (que tem várias opções que levam a várias funções), é possível escolher a opção onde será feita a conexão com o servidor de *e-mails*. Então o protótipo verifica o assunto da mensagem para saber se é uma mensagem enviada pelo celular, e em caso positivo, grava os dados em sua base de dados.

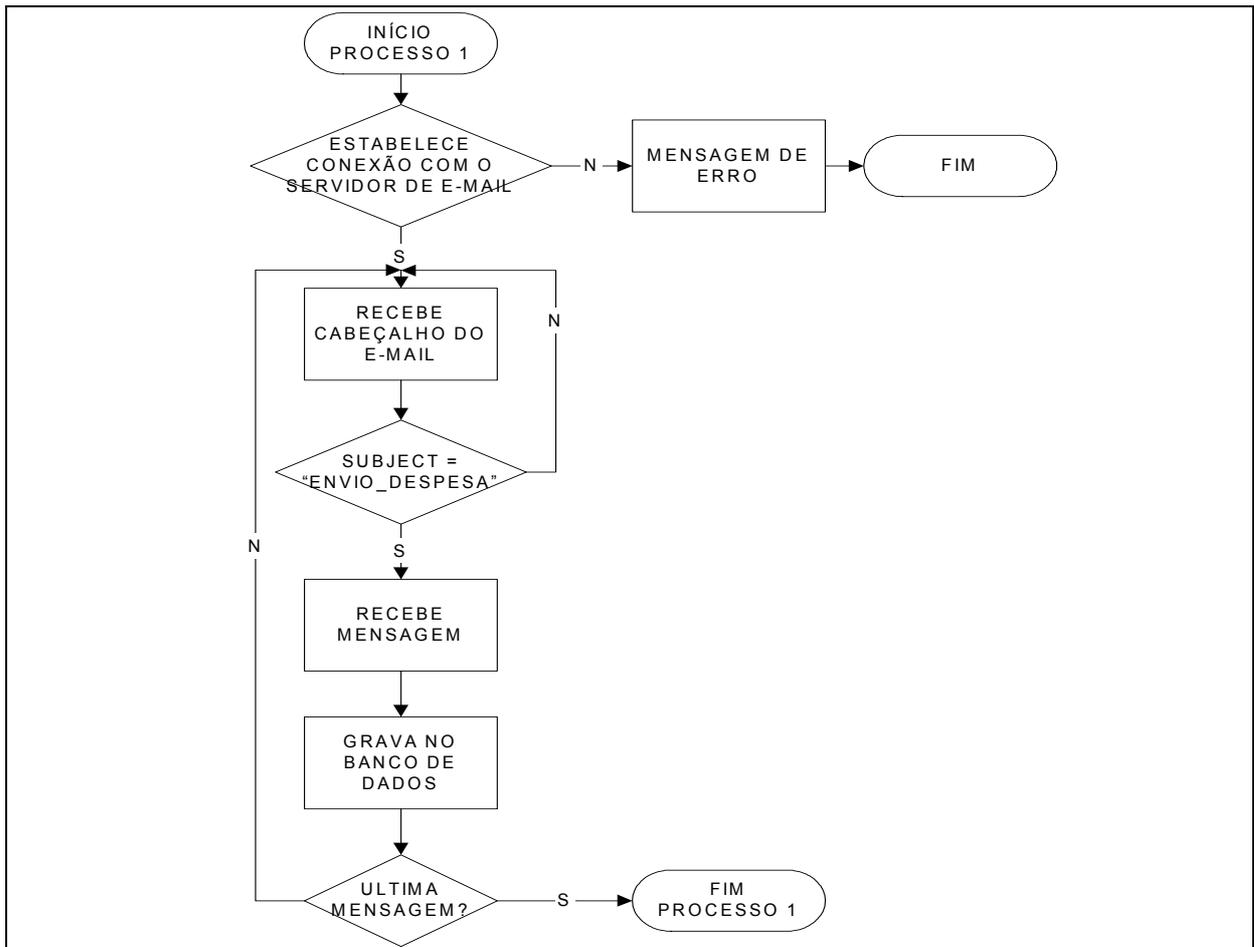


Figura 13 – Fluxograma do Processo 1 do protótipo do PC

O outro processo do protótipo do PC é apresentado na Figura 14. Neste processo o usuário informa um período e, opcionalmente, outro dado, para efetuar uma consulta de despesas enviadas pelo outro protótipo, e, através disso, poderá gerar relatórios e gráficos.

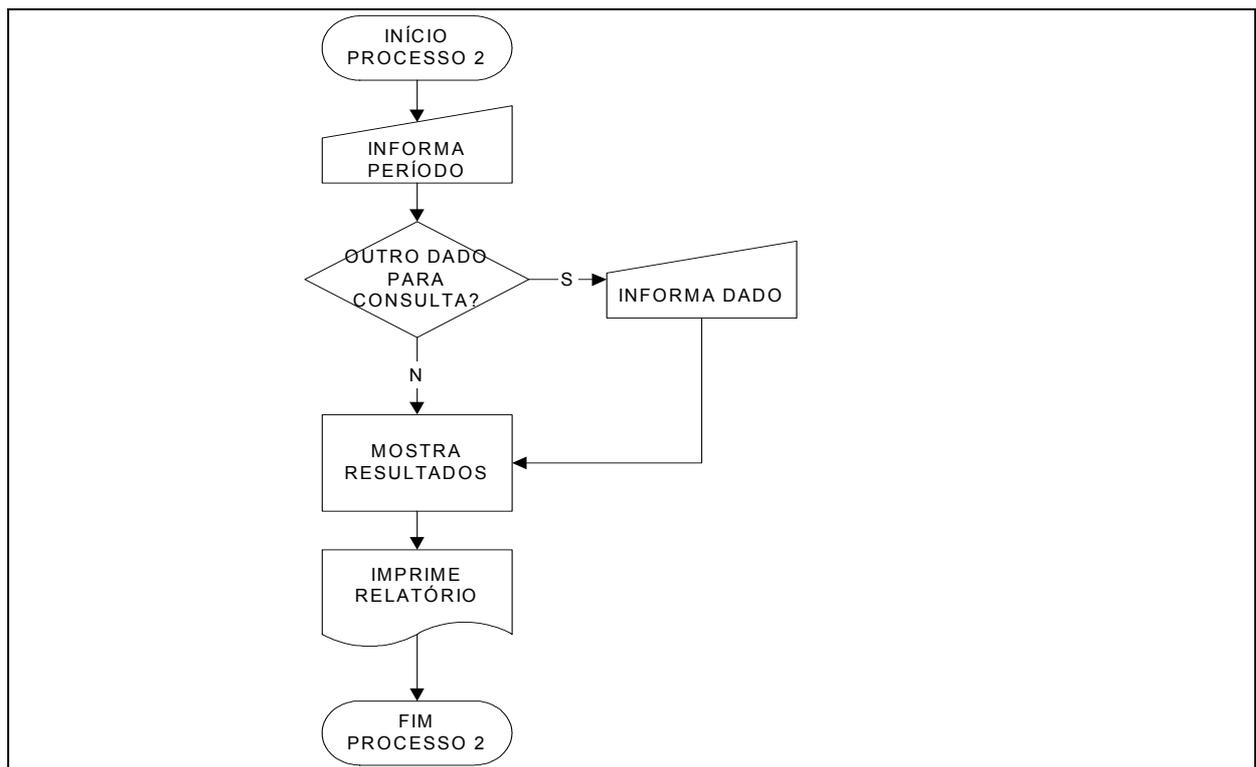


Figura 14 – Fluxograma do Processo 2 do protótipo do PC

5.3 IMPLEMENTAÇÃO

Nas seções a seguir são apresentadas as ferramentas utilizadas na implementação dos protótipos, bem como a explicação do funcionamento do aplicativo. A implementação do mesmo foi feita utilizando-se uma empresa de transportes, onde os usuários (caminhoneiros) informam as despesas efetuadas numa viagem no protótipo do celular, e os usuários presentes na sede da transportadora recebem estes dados (via *e-mail*) e podem visualizá-los no protótipo do PC.

5.3.1 TÉCNICAS E FERRAMENTAS UTILIZADAS

Para a implementação do protótipo do celular foi utilizada a linguagem J2ME com o perfil MIDP 2.0. A ferramenta utilizada foi a Sun ONE Studio 5 ME, um ambiente de desenvolvimento de aplicações em Java da Sun (Figura 15). Possui editor de texto para a construção do código e o J2ME Wireless Toolkit v 2.1 servindo de ambiente para a compilação e execução de aplicações J2ME através de emuladores de dispositivos móveis. O J2ME Wireless Toolkit requer o J2 SDK e foi utilizado na versão 1.4.2_03. O emulador escolhido foi o DefaultGrayPhone, mostrado na Figura 16.

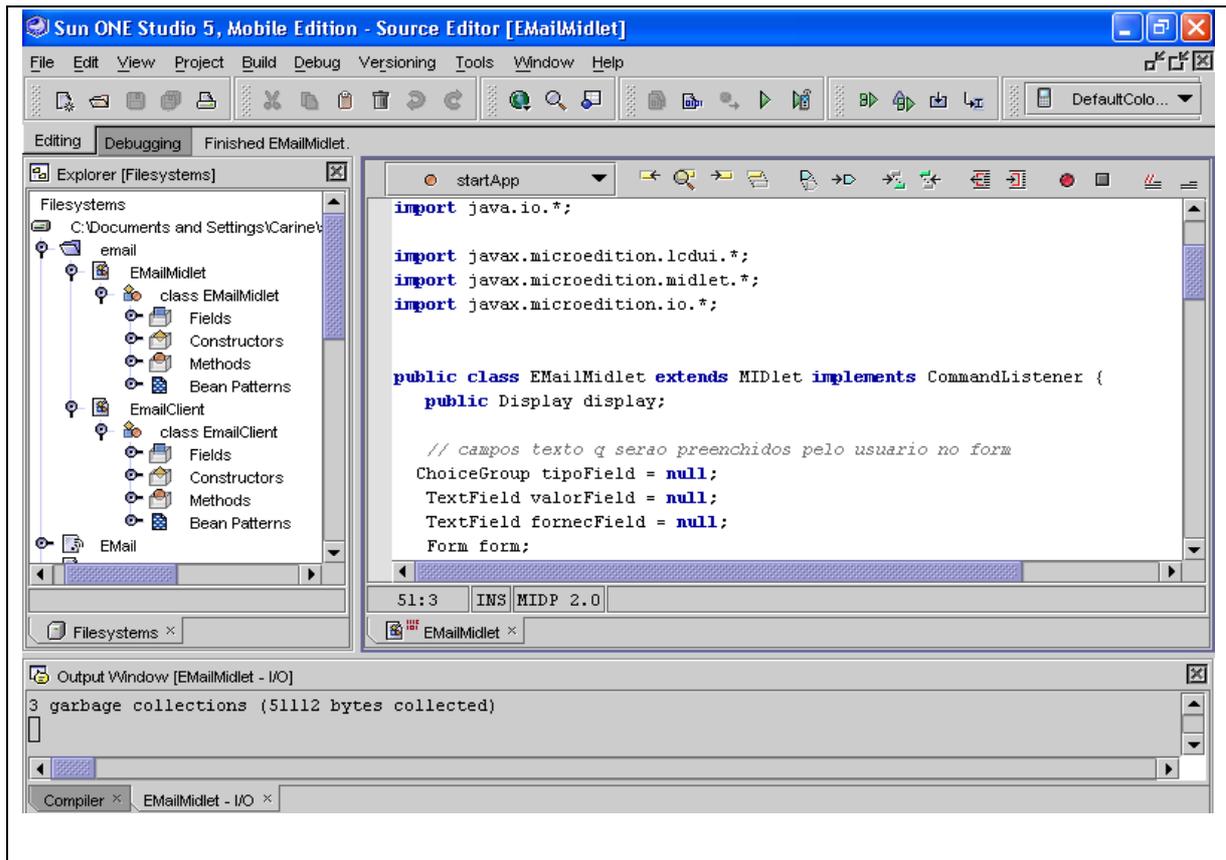


Figura 15 – Sun ONE Studio 5 ME



Figura 16 – Emulador DefaultGrayPhone

Para a implementação do protótipo do PC foi utilizada a ferramenta Borland Delphi 6, que, através da linguagem Object Pascal e de componentes disponíveis, possibilitou a construção do protótipo para se conectar ao servidor de *e-mail*, receber e gravar as mensagens enviadas pelo protótipo do celular e permitir a realização de várias consultas, relatórios e gráficos.

A seguir são apresentadas as principais funções dos dois protótipos, implementadas cada qual em sua linguagem e ferramenta correspondente. Essas funções são parte dos sub-processos já descritos na Tabela 1 e na Tabela 2.

No Quadro 1 pode-se visualizar a função *EmailMidlet* do Processo 1 do protótipo do celular.

```
//monta o form da tela
public EMailMidlet() {
    display = Display.getDisplay(this);
    form = new Form("Enviar despesa");
    tipoField = new ChoiceGroup("Tipo despesa:", ChoiceGroup.POPUP, typeStrings, null);
    valorField = new TextField("Valor (R$):", "", 15, TextField.NUMERIC);
    fornecField = new TextField("Fornecedor (CGC):", "", 25, TextField.NUMERIC);
}
```

Quadro 1 – Função *EmailMidlet* do Processo 1 do celular

A função *EmailMidlet* da classe *EmailMidlet*, é um método construtor que cria a interface onde o usuário vai inserir os dados que serão enviados por *e-mail*. É criada uma tela, onde se pode definir o título do *form* e os atributos que serão cadastrados (o tipo da despesa – escolhido num grupo de opções, o valor da despesa e o CGC do fornecedor – dados numéricos digitados).

A função *commandAction* da classe *EmailMidlet* mostrada no Quadro 2, serve para criar e enviar o *e-mail*.

```
public void commandAction(Command c, Displayable d) {
    String label = c.getLabel();
    if(label.equals("Sair")) {
        destroyApp(true);
    } else if (label.equals("Enviar")) {
        to = "transdesp@terra.com.br";
        subject = "Envio_despesa";
        msg = this.tipoField.getString(this.tipoField.getSelectedIndex());
        msg = msg + "\n"; //quebra linha pra enviar a mensagem em 3 linhas
        msg = msg + valorField.getString();
        msg = msg + "\n";
        msg = msg + " " + fornecField.getString();
        EmailClient client = new EmailClient
            (this, "99930245@terra.com.br", to, subject, msg);
        client.start();
    }
}
```

Quadro 2 – Função *commandAction* do processo 1 do celular

A função *run*, mostrada no Quadro 3, serve para conectar-se ao servidor de *e-mail* e encaminhar as mensagens via o protocolo *Simple Mail Transfer Protocol* (SMTP).

```

public void run() {
    try {
        //agraves do socket conecta com o servidor de email e envia a mensagem
        informada na tela anterior
        smtpServerAddress = "smtp.bnu.terra.com.br";
        sc = (SocketConnection)
        Connector.open("socket://" + smtpServerAddress + ":25");
        is = sc.openInputStream();
        os = sc.openOutputStream();
        os.write(("HELO there" + "\r\n").getBytes());
        os.write(("EHLO localhost" + "\r\n").getBytes());
        os.write(("MAIL FROM: <" + from + ">\r\n").getBytes());
        os.write(("RCPT TO: <" + to + ">\r\n").getBytes());
        os.write(("DATA\r\n").getBytes());
        os.write(("Subject: " + subject + "\r\n").getBytes());
        os.write((msg + "\r\n").getBytes()); // message body
        os.write(".\r\n".getBytes());
        os.write("QUIT\r\n".getBytes());
        si.setText("\n\nMensagem enviada com sucesso.");
    }
}

```

Quadro 3 – Implementação da função *run* do Processo 2 do celular

No Quadro 4 pode-se visualizar o Processo 1 do protótipo do PC, que se conecta à caixa postal através do protocolo POP3 para verificar se há algum *e-mail* com assunto “Envio_despesa”. Também é mostrado o procedimento para gravar a mensagem recebida.

```

//tenta conexao, senao gera excecao
try
    NMPOP31.Connect;
except
    MessageDlg('Não é possível conectar ao servidor!', mtConfirmation, [mbOK], 0);
end;

//procedure para gravar o email
procedure TFrmGravaEmail.btGravarClick(Sender: TObject);
var
    i, Linha, Codigo, Motorista, Fornecedor, Despesa: Integer;
    Assunto: String;
begin
    for i := 1 to NMPOP31.MailCount do //recebe emails até o nro de emails no
servidor
        begin
            NMPOP31.GetSummary(i); //recebe cabecalho para verificar subjetc
            Assunto := NMPOP31.Summary.Subject;
            if (Assunto = ' Envio_despesa') then
                begin
                    NMPOP31.GetMailMessage(i); //recebe mensagem
                    ...
                    ...
                    ...
                    NMPOP31.DeleteMailMessage(i); //deleta mensagem do servidor
                end;
            dmDados.TransacTransp.CommitRetaining; //comita transacao no bd
        end;
    end;
end;

```

Quadro 4 – Implementação do Processo 1 do PC

Na implementação do procedimento para gravar a mensagem, após recebê-la através do protocolo POP3, a mesma é gravada num banco de dados. É gravado o assunto da mensagem, a data do *e-mail*, um código seqüencial para controle de *e-mails*, o número do telefone celular que remeteu a mensagem, o tipo e o valor da despesa e, através do CGC do fornecedor que é enviado, busca o código do mesmo num cadastro já existente e o grava, e se esse fornecedor não existir no cadastro, grava o código 999999 (“outros”).

O procedimento de impressão do Processo 2 do protótipo do PC pode ser visualizado no Quadro 5.

```

procedure TFrmConsCelular.btImprimirClick(Sender: TObject);
begin
  //se a query da tiver mostra registros
  if (qrConsCelular.RecordCount > 0) then
    //componente exibe visualizacao da impressao
    Relatorio.Print
  else
    MessageDlg('Não há itens para imprimir.',mtInformation,[mbOK],0);
end;

```

Quadro 5 – Implementação do Processo 2 do PC

5.3.2 OPERACIONALIDADE DA IMPLEMENTAÇÃO

Nesta seção é apresentado o funcionamento do aplicativo, ou seja, dos dois protótipos de *software*, iniciando pelo protótipo do celular, seguido pelo protótipo do PC.

O protótipo do celular é composto por três telas:

- a) tela Enviar despesa;
- b) tela de aviso (*Is it OK to Use Airtime?*);
- c) tela Enviar e-mail (confirmação ou erro).

Na Figura 17 é mostrada a tela mais relevante (Enviar despesa). Nesta tela o usuário insere as informações referentes à despesa que deseja informar. São informados três campos: no primeiro ele seleciona, através do botão SELECT, um dos tipos de despesa disponíveis; no segundo ele informa o valor da despesa e no terceiro ele informa o CGC do fornecedor do serviço/produto. As setas direcionais do botão SELECT servem para a navegação entre os campos. As opções disponíveis nos botões são:

- a) Enviar – que efetua uma conexão ao servidor de e-mails e envia a despesa cadastrada como e-mail. Após o clique vem uma tela (o aviso “*Is is OK to use airtime?*”), sendo esta uma tela padrão para avisar o usuário que a aplicação utilizará a Internet para enviar e receber dados e pergunta se o usuário está pronto pra enviar na

hora, dando duas opções: *Yes* (permite fazer a conexão com servidor) ou *No* (encerra a aplicação). Se a opção for positiva aparece a tela que exibe uma destas mensagens: “Mensagem enviada com sucesso” ou “Não é possível conectar ao servidor. A mensagem será armazenada”; confirmando ou não o envio do e-mail, respectivamente.

b) Sair – saída do sistema.



Figura 17 – Tela enviar despesa

O protótipo do PC possui várias telas, divididas nos menus de Cadastro, Emails, Consultas e Gráficos. Aqui são mostradas as principais e mais relevantes telas do protótipo.

A primeira, mostrada na Figura 18, é a tela para conectar-se ao servidor de *e-mails*, e receber e gravar as mensagens. O *host* e o nome de usuário já vem como padrão e o usuário digita a senha. Após clicar no botão Conectar, é mostrada uma mensagem confirmando a conexão. Depois de efetuada a conexão, nesta mesma tela o usuário irá receber e gravar as mensagens. Ao clicar no botão Gravar mensagens as mesmas serão recebidas e gravadas até terminarem, quando será exibida a mensagem “Recebimento finalizado”.



Figura 18 – Tela gravar email

A segunda tela mostrada é uma tela de consulta, onde o usuário informa um período para verificar e-mails recebidos no mesmo e pode efetuar a consulta apenas por período ou pode informar um outro dado para restringir a consulta, no exemplo, um número de celular. Após clicar no botão Consultar, a consulta abre na tela, como mostra a Figura 19.

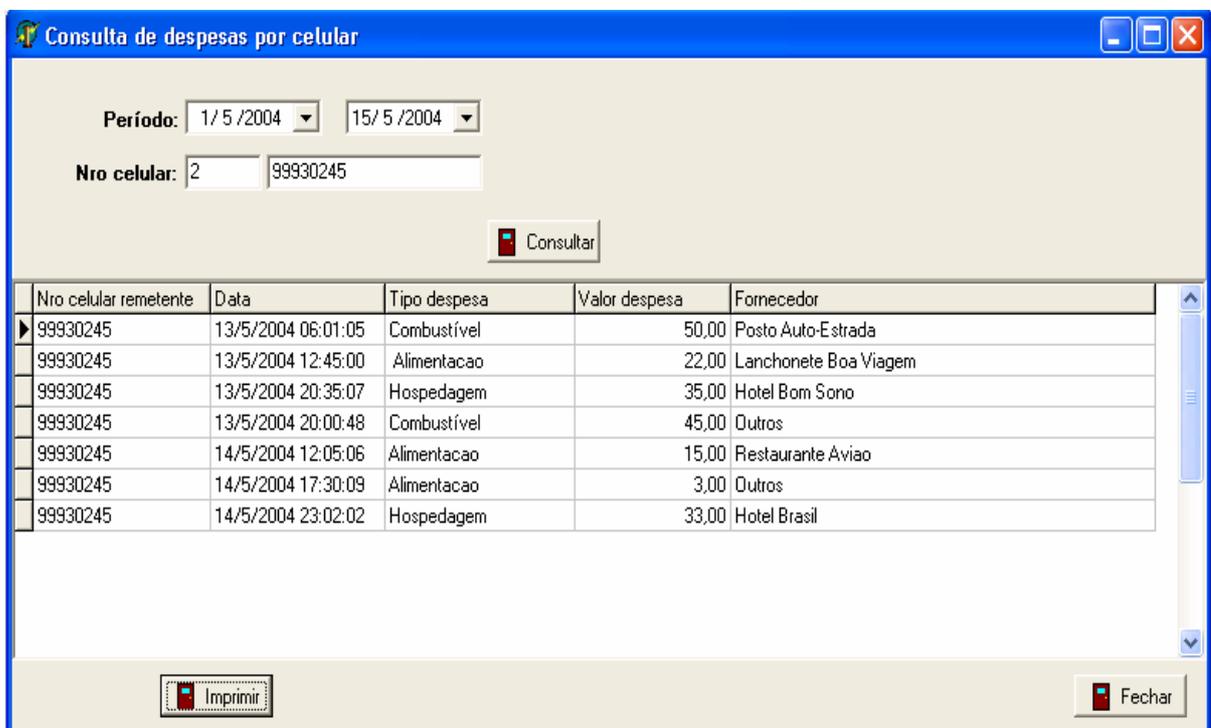


Figura 19 – Tela de consulta de despesas

E uma terceira tela para consultar e comparar valores pode ser vista nas figuras a seguir. É informado um período e facultativamente outro dado para a consulta e o resultado

desta consulta é mostrado em forma de gráfico. Na Figura 20 pode-se visualizar o gráfico de despesas por fornecedor e na Figura 21 o gráfico de despesas por celular.

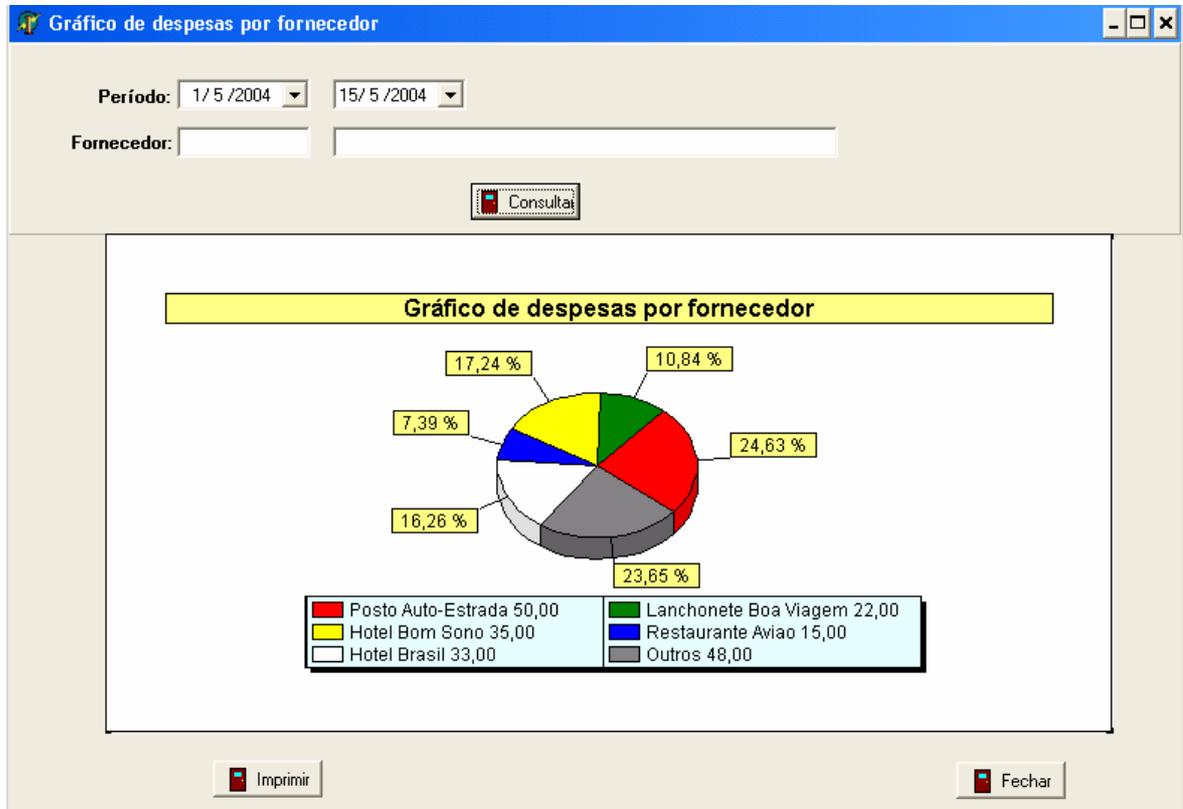


Figura 20 – Tela de gráfico de despesas por fornecedor

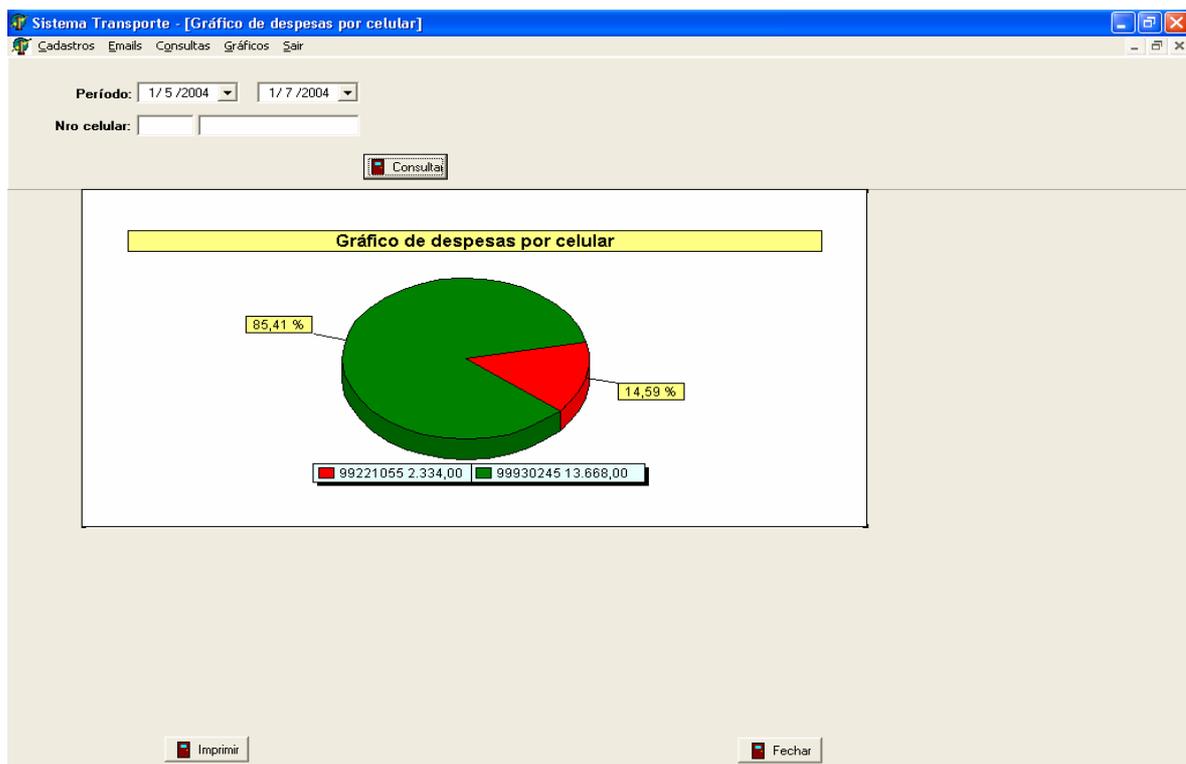


Figura 21 – Tela de gráfico de despesa por celular

5.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente trabalho é uma demonstração de como a Tecnologia da Informação está cada dia mais presente e se faz necessária na rotina das empresas. Os dispositivos móveis aliados à tecnologia *Wireless* possibilitam grandes melhoramentos a processos antes complicados de se informatizar, principalmente quando em função de dispersão geográfica. Os protótipos propostos foram desenvolvidos de uma forma genérica, visando trazer uma solução a qualquer ramo que busca esse tipo de solução para suas atividades.

Foi observado que as empresas transportadoras se enquadravam neste perfil, pois seus colaboradores eram divididos nos setores administrativo e dos caminhoneiros, e estes precisavam se comunicar e trocar informações. Por isso escolheu-se demonstrar o funcionamento dos protótipos utilizando-se uma transportadora.

Os protótipos foram submetidos a vários testes com o objetivo de verificar se o protótipo do celular enviava o *e-mail* com a correta despesa cadastrada, as mensagens eram recebidas no protótipo do PC e ali as informações eram manipuladas em forma de consultas, relatórios e gráficos. Constatou-se que a despesa é enviada corretamente e a comunicação dos dois protótipos funciona, sendo os dados visualizados eficientemente no PC.

Apresentando este conjunto de protótipos de *softwares* para uma empresa de transportes para verificar se as funções oferecidas atendiam às necessidades da empresa, constatou-se grande interesse em implantar um sistema com as funcionalidades propostas e desenvolvidas neste trabalho. Um sistema como o proposto agradou os funcionários da transportadora, pois tornou os processos de análise, controle e decisão mais ágeis. E também os caminhoneiros, que podem repassar instantaneamente informações referentes a despesas da viagem, de uma forma rápida e fácil, a partir de um celular, equipamento ao qual eles estão mais habituados do que um *notebook* ou Palm. Sendo assim, os objetivos descritos para este trabalho foram atingidos.

6 CONCLUSÕES

No presente trabalho foi possível a realização de um estudo da Tecnologia da Informação e de seus componentes e dos dispositivos móveis como recurso para criar novas e modernas aplicações para as empresas, trazendo uma nova frente de negócios para o desenvolvimento tecnológico do país.

Também foi realizado um estudo sobre a tecnologia J2ME, seus conceitos e características, e demonstrou-se que a união entre os dispositivos móveis e a Internet, permitida por esta tecnologia, é uma forma de aumentar as funcionalidades destes equipamentos, tornando-os úteis para satisfazer necessidades tecnológicas das empresas.

Durante o decorrer do trabalho constatou-se, porém, que as aplicações *Wireless* para dispositivos sem fio apresentam ainda muitos desafios aos profissionais da computação, pois existem ainda muitas limitações destas em relação às aplicações padrões para PC. Existem desafios no campo sociológico, como o fato de que as atividades realizadas com um celular ainda são fundamentalmente diferentes das realizadas com um PC e a resistência dos usuários pelo fato de que a interação com o aplicativo no celular (como telas e teclado) é muito mais limitada que num PC. Além disso, há os desafios técnicos como a arquitetura limitada e a disponibilidade dos dados para transmissão, ainda dependente de local.

As ferramentas de desenvolvimento mostraram-se adequadas e os protótipos desenvolvidos neste trabalho comprovaram, através de testes, terem atingido seus principais objetivos, permitindo ao usuário cadastrar informações no celular, enviá-las a um servidor e receber estas informações no outro software, gerando consultas. Neste contexto demonstrou-se uma tecnologia com potencial de influenciar os meios pelos quais as empresas coletam dados, analisam-nos e tomam decisões.

A realização deste trabalho trouxe muitas contribuições, principalmente no sentido dos assuntos estudados terem acrescentado conhecimentos e demonstrado novas tecnologias para coletar e tratar dados dentro da área da computação. Uma dificuldade encontrada durante a realização deste, entretanto, foi a falta de um equipamento celular que suporte J2ME para a realização dos testes, o que permitiria apresentar o aplicativo num ambiente real e demonstrar melhor estas tecnologias.

6.1 EXTENSÕES

Sugere-se como extensão deste trabalho a implementação de telas para o usuário poder configurar o servidor, destinatário e remetente do *e-mail*. Também o uso de GPS integrado ao aplicativo do celular para saber a localização do usuário que está distante da empresa. Para aperfeiçoar a aplicação numa transportadora, o sistema ainda poderia ser dotado de uma busca de melhor caminho ou logística pra indicar ao usuário a melhor rota.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCANTARA, Afonso. **Principais desafios da computação móvel**. Disponível em <http://www.javasoft.com.br/articles/desafios_comp_movel.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2004.
- BORGES, F. F; LEITE J.T.F. **Sistema para telemetria usando telefonia celular**. Disponível em <www.bioinfo.cpgei.cefetpr.br/anais/sabi2001/Trab_largo/041L_Borges.PDF>. Acesso em: 10 mar. 2004.
- CORBERA, Rodrigo Garcia. **Tutorial de programação J2ME**. [S.l.],[2003]. Disponível em: <http://geocities.yahoo.com.br/brasilwireless/tutorial_j2me/j2me_01/j2me_01.html>. Acesso em: 8 mar. 2004.
- DALFOVO, Oscar; AMORIM, Sammy Newton. **Quem tem informação é mais competitivo**. Blumenau: Acadêmica, 2000.
- DALFOVO, Oscar, et al. **A tecnologia do futuro Wi-Fi (*Wireless Fidelity*)**. Disponível em <http://campeche.inf.furb.br/siic/siego/docs/Artigo_Wireless_Uniplac_2003.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2004.
- DEPINÉ, Fábio Marcelo. **Protótipo de software para dispositivos móveis utilizando Java ME para cálculo de regularidade em rally**. 2002. 55 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências da Computação) – Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau.
- DORNAN, Andy. **Wireless communication: O guia essencial de comunicação sem fio**. Tradução Fábio Freitas. Rio de Janeiro: Campus, 2001.
- GRAEML, Alexandre Reis. **Sistemas de informação: O alinhamento da estratégia de TI com a estratégia corporativa**. São Paulo: Atlas, 2000.
- KUHNEN, Alex. **Protótipo de uma aplicação LBS utilizando GPS conectado em celular para consultar dados georeferenciados**. 2003. 61 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências da Computação) - Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau.
- LAUDON, Kenneth C.; LAUDON, Jane Price. **Sistemas de informação**. Tradução Dalton Conde de Alencar. Rio de Janeiro: LTC, 1999.
- MARTINEZ, J. P. Acesso a tudo de qualquer lugar. **Jornal ANJ**, Brasília, 30 novembro 2003. Disponível em <http://www.anj.org.br/webc/webs/anj/jornal_anj/detalhes.cfm?id_web=53&id_noticia=471>. Acesso em: 10 mar. 2004.
- MOON, Peter. O futuro é agora. **IstoÉ**, São Paulo, n.1579, janeiro 2000. Disponível em <<http://www.zaz.com.br/istoe/ciencia/1999/12/28/003.htm>>. Acesso em: 15 mar. 2004.
- PEKUS Cons. e Desenvolvimento Ltda. **Dispositivos móveis**, São Paulo, 2002. Disponível em: <<http://www.pekus.com.br/palmtops.htm>>. Acesso em: 24 mar. 2004.

REZENDE, Denis Alcides; ABREU, Aline França de. **Tecnologia da informação aplicada a sistemas de informação empresariais**: o papel estratégico da informação e dos sistemas de informação nas empresas. São Paulo: Atlas, 2001.

RIGGS, Roger, et al. **Programming wireless devices with the Java 2 platform, micro edition**. Boston: Addison Wesley, 2001.

RODRIGUES, Paulo Roberto Ambrosio. **Introdução aos sistemas de transporte no Brasil e à logística internacional**. 3. ed. São Paulo: Aduaneiras, 2004.

SIMÕES JR., Bayard T. **Desenvolvimento de aplicações para PDAs**. Disponível em <labcom.inf.ufrgs.br/extensao/material_wireless/seminario2.ppt>. Acesso em: 14 mar. 2004.

SUN Brasil. **Java 2 platform, micro edition**, [S.l.], set. 2003a. Disponível em: <<http://br.sun.com/>>. Acesso em: 15 mar. 2004.

SUN Brasil. **Java technology**, [S.l.], set. 2003b. Disponível em: <<http://br.sun.com/>>. Acesso em: 15 mar. 2004.